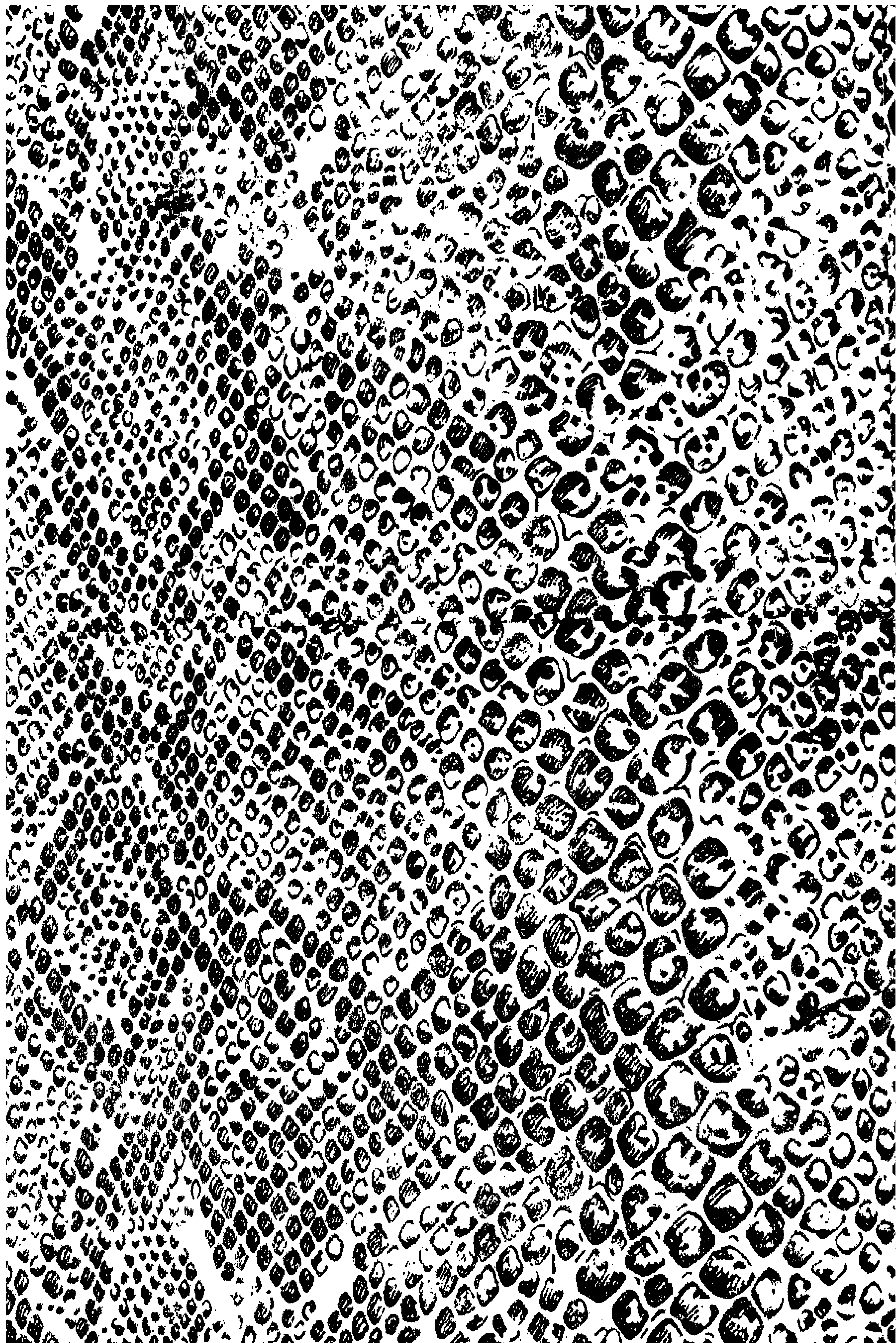
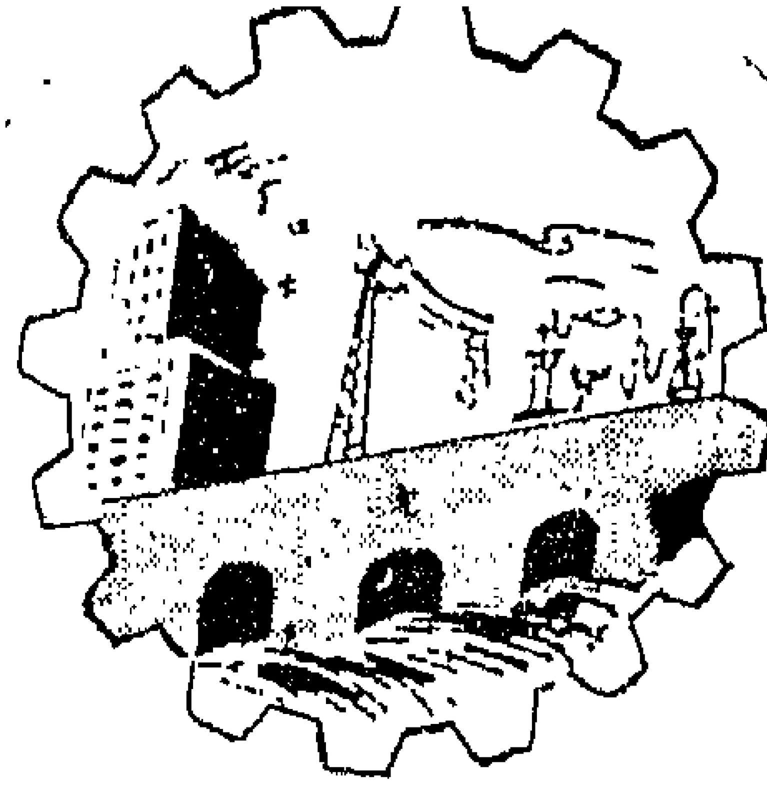
ESEN-CPS-BK-0000001085-ESE

00471177





مجلة

جمعية المهندسين

المصرية

العدد الأول | المجلد الخامس | يناير – فبراير – مارس ١٩٦٦

مجلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية — تصدرها كل ثلاثة شهور

جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة الخامسة | العــدد الأول | يناير — فبراير — مارس ١٩٦٦

محتويات لهذا العدد

القسم العربى

القسم الأفرنجى

بيانات :

مقر المجلة

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٢١٠٦

الاشتراكات :

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون في المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوي :

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	٦٠ قرشا	٢٠٠ قرشا

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية . أي تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التي تنشر وتعبر عن رأي كاتبها فقط

لجنة التحرير

مشـــروع
وادى الريـــان

للسيد وزير الرى المهندس عبد الخالق الشناوى

يستند التقدم العلمى والتطور الفنى إلى مراجعة تسلسل الوقائع فى أى عمل أو المشروع لتبين وجوه نقصه واستنباط وسائل كماله . والتاريخ الحق — بهذه المثابة — يصبح شاهداً ومرشداً .

وفى دراسات فنية عميقة بوزارة الأشغال — من عهد غير بعيد — نقرأ هذه المقدمة التاريخية فى الحديث عن أخطار الفيضانات العالية وطرق الوقاية منها :

« منذ عهد الفراعنة حينما كان نهر النيل لا يزال على الفطرة ، تكتسح مياهه الوديان من آونة إلى أخرى ، حيث يجرى تارة إلى يمين وطوراً إلى يسار ، إذ لم تكن له جسور تصد تياره أو حواجز تحكمه وتتحكم فيه منذ ذلك التاريخ القديم ، فكر الفراعنة فى إقامة جسور على جانبى النهر لوقاية الحقول والزروع من الغرق والطوفان .

« ولما بدا أن ذلك العمل كان عسيرا فى بادىء الأمر ، أكتفى الملك « مينا » بحصر جهوده فى إنشاء الجسر الأيسر لحماية السهول التى تتاخم النيل من هذه الناحية حتى تسهل زراعتها نظرا لاكتظاظها وقتذاك بالسكان .

« وفى عهد الأسرة الثانية عشرة ، خامرت الفكرة — من جديد — رؤوس ملوكها عند ما دفعتهم الحاجة إلى توسع جديد فى استغلال الأراضى زراعياً بالجانب الآخر للنهر فأنشأ « سيزوستريس » طراداً بالبر الأيمن ، مقتفياً آثار سلفه «مينا» ومخلداً بذلك اسمه فى سجل الفخار كما خلد اسم جده الكبير .

« ولكنه سرعان ما وجد نفسه أمام أمر واقع . هو أن النيل قد حصر فى مجرى ضيق يخشى من ورائه أن يطغى فى فيضانه على مصر الوسطى وأراضى الوجه البحرى ، فيكتسح ما أمامه من عمران ويهلك الحرث والنسل .

« عند ذلك فكر فى أن يتخذ من بحيرة « موريس » خزاناً ، ينفذ إليه الفائض من مياه الفيضانات العالية ليحتجزها فى إبان الدورة ، وتنطلق منه بالتالى إلى النهر بعد هبوط مناسيبه فى زمن التحاريق .

« ولقد كان هذا من أروع الأعمال الهندسية التى تذكر للفراعنة مقترنة بالعظمة على مر الأيام ، إذ ظل أعجوبة الدهور السابقة واللاحقة . فقد استطاعوا أن يتخذوا منه وقاية ضد طغيان الفيضان ، ليكون رصيده من المياه ذخراً وقت الضيق والعوز » .

تلك كانت مشكلة القرون الغابرة فى مشروعات ضبط النيل ، وجدت حلها فى بحيرة « موريس » فما هو الحل الذى يمكن أن يمنحه التقدم العلمى والفنى لازدهار إقليم « الفيوم » الذى يحتل الآن موقع بحيرة « موريس » ؟

لقد أخذت المشكلة وجهاً جديداً مضاعفاً . فبعد أن كان موقع إقليم الفيوم — فى الماضى — مفيضاً لمياه النيل وخزاناً لتدبير رى أراضى بقية المناطق فى الوجه البحرى ، أصبح اليوم منطقة خصبة التربة شاسعة المساحة ، لا تجد كفايتها من مياه الرى .

« الفيوم » واحة منعزلة وسط الصحراء ، امتنعت عنها مياه فيضانات النيل نتيجة استكمال مشاريع ضبط النهر بعد أن تركت فوقها طبقة رسوبية من الطمى متدرجة المناسيب تبعاً

لتفاوت مراحل التكوين . وحينما انمحى مظهر البحيرة الشاملة ، انحصر فى مساحة نحو خمسين ألف فدان منخفضة المناسيب فى أقصى الشمال ، هى التى يطلق عليها إسم « بركة قارون » .

وبركة قارون — بهذا الوضع — هى مكان تجميع مياه صرف الأراضى المنزرعة بأقليم الفيوم . لم يكن ثمة اتصال بين هذه البركة وبين البحر أو أى منخفض آخر ، فإن العامل الوحيد الذى يخفف من كميات مياه الصرف التى تلقى فيها سنوياً ، إنما هو عامل التبخر . ومتوسط ما يضيع بالتبخر فى السنة من مياه البركة يبلغ ٤٠٠ مليون مترمكعب فإذا زيدت التصرفات الداخلة إليها سنوياً عن هذا القدر ، فإن المياه ترتفع فيها عن منسوبها الحالى وهو (٤٤٫٤٥) تحت سطح البحر . وأى ارتفاع فى منسوب مياه البركة ، تتأثر به المحاصيل الزراعية فى عشرات ألوف الأفدنة المجاورة لها والمحيطة بها ، كما يدب التلف إلى تربتها بتتابع السنين .

ومن هنا كان منسوب البركة — بالملابسات التى أشرنا إليها — هو الذى يتحكم فى مقدار كميات مياه الرى التى تدخل إلى إقليم الفيوم من النهر . وهو الذى يحدد مدى مايستصلح من الأراضى الصالحة للزراعة . وهو الذى يحد من المقنن المائى الكافى لرى الفدان بمراعاة التربة والمناخ ونوع الزراعة وهو الذى يحصر زراعة الأرز بالفيوم فى عشرة آلاف فدان لا تزيد ، وهو الذى يؤخر موعد طفى الشراقى لزراعة الأذرة بما يمنع من زراعتها أو يقلل من محصولها بالرغم من أنها القوت الضرورى للفلاح . وهو الذى يوقف التوسع الرأسى فى الإنتاج لتعذر إنشاء شبكات المصارف حيث لا مجال لتصريف مياهها . وهو أخيراً — وليس آخراً — الذى يحرم إقليم الفيوم من أن يستوفى حصته العادلة من مياه السد العالى ليتوسع بها أفقيا فى الزراعة ويعمل على زيادة الإنتاج ومضاعفته تمشياً مع السياسة الأساسية للدولة .

ويهمنى قبل أن أستطرد داخلا فى المشروع أن أبين فى إيجاز وصفاً للرى فى محافظة الفيوم ، فالفيوم تنفرد بنوع من أنواع الرى خصيصاً بها أملته ظروف تضاريس الأرض ومستوياتها ، وهو فريد فى نوعه فالأرض هناك لا تروى رياً حوضياً بمفهوم الرى الحوضى ولا هى تروى رياً دائماً بالوسائل المعروفة للرى الدائم فى الوجهين القبلى والبحرى — وإنما هى تروى فعلا رياً دائماً بالوسيلة الخاصة التى أشرت إليها والتى تعرف بنظام المطارفات عن طريق الهدارات — ومجمل القول فى هذه الطريقة أن فتحة الرى هناك يحكمها هدار يعطى تصرفاً على قدر الزمام المرتب عليه ويضمن تصرفه هذا عن طريق قياس سمك المياه فوق الهدار ، وهو قياس معروف لدى كل منتفع من فتحة هذا الهدار . كما أن فتحة الهدار أيضاً معروف سعتها لدى المنتفعين وبذلك فإن نظام المطارفة هذا يقتضى أن يكون التصرف فى فترة المناوبة ومداها سبعة أيام أى ١٦٨ ساعة مناسباً لعدد الأفدنة المرتب ريها على هذه الفتحة — ومن ثم فإن ما يخص الفدان من تصرف الفتحة إنما يحسب بمدى الزمن الذى يحق للحائز عليه أن يستولى على تصرف هذه الفتحة .

ولأقرب ذلك للأذهان فأقول لو أن الفتحة كانت تروى ١٦٨ فدانا مثلا فإن كل صاحب فدان يحق له أن يأخذ تصرف الفتحة لمدة ساعة واحدة — ويقوم رجال الرى بعمل كشف توزيع يسمى بكشف المطارفات يحدد فيه استحقاق كل حائز على الفتحة الزمن المستحق له من تصرف هذه الفتحة ويقوم شيخ الفتحة بإعطاء كل ذى حق حقه زمنياً طبقاً لهذا الكشف .

والنظام على هذا الأساس هو عدالة مطلقة فى التوزيع لا سبيل إطلاقاً للتلاعب فيه فهو أمر زمن محدد يعرف كل ذى حق حقه فيه . . . ومتى تبدأ مطارفته ومتى تنتهى — ويعتبر فى نظام الرى أدق نظام عرفه الرى فى العالم أجمع .

هذا وصف مجمل لطريقة الرى فى الفيوم أردت فى عرضه أن أبين لكم أن أى مالك لأرض لا يستطيع إطلاقاً أن يأخذ أكثر من حقها فى المياه التى تقرر لتلك الأرض .

ولما عينت فى يناير عام ١٩٦٣ محافظاً للفيوم ووجدت

ضعف متوسط المحاصيل الزراعية بها — كان شاغلى الأكبر بوصفى مهندساً للرى أن أبحث عن حل لهذا الموضوع .

ولما كانت بركة قارون هى مكان الصرف الوحيد لأرض المحافظة فقد تبين لى من الإحصاءات والبيانات الرسمية أن توقف الإنتاج والإزدهار لا يرجع إلى أى سبب آخر خلاف التقيد بمنسوب هذه البركة وأن هذا القيد المعطل للانتاج والتوسع كان من بين نتائجه ما يأتى :

١ — أن المقنن المائى بالفيوم دون الكفاية بدليل أن وزارة الرى تعطى تصرفاتها المائية لمساحات قدرها حوالى ٣٥٢ ألف فداناً محسوبة على هذا المقنن المائى ولكنه لايزرع من تلك المساحة بالفعل إلا ٣٢٠ ألف فدان فقط ، والباقى وقدره حوالى ٣٢ ألف فدان يترك بوراً .

وفى هذا الصدد أود أن أضرب مثلا بصاحب عشرة أفدنة يستحق فى نظام المطارفات عشر ساعات زمنية من تصرف الفتحة المرتب أرضه عليها — لكنها لا تكفى لرى العشرة أفدنة فيزرع تسعة أفدنة فقط من ملكه ويترك فداناً بوراً أو يشترى من فلاح ضعيف حصة فدان من أرضه ليستكمل بها رى العشرة أفدنة .

والمهم فى ذلك أن فداناً فى كل عشرة أفدنة يترك بوراً من أرض هذه المحافظة لقلة مقننات الرى ، التى لم يتسبب فيها قلة إيراد النهر بصفة عامة ، وإنما تسبب فيها تحكم بركة قارون فى الصرف ، إذ أن مياه الصرف إنما هى نسبة محددة من مياه الرى — ومقدار مياه الصرف إنما يزيد وينقص تبعاً لزيادة ونقص مياه الرى .

ومن هنا ترون أن هناك كثيراً من الفلاحين الضعفاء يفضلون بيع حصصهم المائية لغيرهم وهم يتقاضون فى ذلك ثمناً مرتفعاً من القادرين الذين هم بحاجة لتلك المياه يستكملون بها رى أراضيهم .

٢ — أن إنتاج المحاصيل من الرقعة المنزرعة أقل من المتوسط نظراً لقلة مياه الرى بالرغم من أن أكثر من ١٠٪ من تصرفات المحافظة نتيجة للأرض التى يتركها أصحابها دون زراعة تضاف إلى الأراضى المنزرعة .

٣ — أن أصحاب كثير من الأراضى المقررة الرى يتركونها بلا زراعة ويفضلون أن يبيعوا حصصهم المائية لجيرانهم .

وكان هذا أمراً خطيراً شغلنى إلى أبعد ما تكون المشغوليات ، وألحت على فكرة البحث عن مخرج يريح المحافظة ويضعها فى حالة تستطيع معها الإنتاج الذى يتناسب مع المجهود الذى يبذل فى الزراعة ، وتلاقت عندى — فى هذا الصدد — رغبات مخلصة للاشتراك فى البحث من مهندسين كبيرين هما الزميلان المهندس الدكتور أنور خفاجى عميد كلية الهندسة بجامعة القاهرة والمهندس حامد القصبي وكيل وزارة الأشغال السابق — وبعد اجتماع تمهيدى عقدناه سويا فى ١٩٦٣/٤/٢٣ اتصلت بالسيد الدكتور وزير الأشغال الذى أرسل ممثلين للوزارة وتألفت لجنة لبحث هذا الموضوع وكنت شديد اللهفة للوصول للنتيجة التى تحقق الهدف المرجو .

وتتابعت بعد ذلك اجتماعات اللجنة حتى يوم ١٩٦٤/٦/٤ وقد أنهيت توصياتها بصفتى رئيساً لها وأرسلتها إلى السيد الدكتور وزير الأشغال وأرفقت بخطابى مناقشات اللجنة وهو سجل قيم بلغت فيه المناقشات الفنية أرقى حدودها وهو جدير بأن يدرس فى كلياتنا كمناقشات أدت لمشروع أعتقد أنه من أجل المشروعات الهندسية خطراً من حيث التوسع فى الإنتاج الزراعى رأسياً وأفقياً .

ويهمنى أن هذا السجل إنما حوى خلال صفحاته مناقشة جميع الحلول التى تحت نظر الفنيين من خلط لمياه المصارف بمياه الترع وإعادة استعمالها فى رى الزراعات أو إقامة جسور واقية حول الأراضى المنخفضة المناسيب القريبة من البركة فيما لو رؤى صرف المياه الزائدة إليها ورفع منسوبها الحالى .

ويحوى السجل المناقشات والأسباب التى أدت إلى استبعاد كل هذه الحلول باعتبارها ليست حلولا جذرية لا بالنسبة للتوسع المنتظر أفقياً مستقبلا ، وإنما بالنسبة لأدنى حدود

التوسع أيضاً — كما يحوى هذا السجل أيضاً الأسباب الفنية التى أدت إلى الحل الوحيد لهذه المشكلة المعقدة المزمنة — وهو توجيه الزيادات فى مياه الصرف إلى ذلك الموقع الطبيعى الكائن بالجنوب الغربى للفيوم ، وهو منخفض وادى الريان.

وقد يقال كيف تزمن هذه المشكلة وتبقى معقدة إلى هذا اليوم مع أن منخفض وادى الريان كائن فى مكانه عبر الأجيال . لا أيها الإخوان لا يصح أن يقال هذا ... فإن وادى الريان كان محل التفكير دائماً منذ عام ١٩٥٤ ليكون خزاناً لمياه الرى إستعادة لدورة الزمن وتكراراً لما قام به قدماء المصريين منذ آلاف السنين فى هذا الجزء من البلاد المجاورة لذلك الوادى — فلما نودى بفكرة السد العالى وظهر إلى حيز الوجود كخزان للرى المستمر أصبح لامناص من تعديل الانتفاع بمنخفض وادى الريان إلى الناحية المجدية الصالحة له وهو استعماله خزاناً للصرف .

وبعد أيها الإخوان فما هو المشروع ؟

يتلخص المشروع فى إستغلال منخفض وادى الريان لتصرف فيه المياه الزائدة عن سعة بركة قارون بحيث تظل البركة على منسوب (٤٤٫٣٠) بالناقص مع السماح بتذبذب مداه خمسة أو عشرة سنتيمترات أعلا أو أوطى من هذا المنسوب .

وقد درست الوزارة عدة حلول لتوصيل هذه المياه إلى ذلك المنخفض استقر رأيها فيها على مشروع يبدأ بقناة مكشوفة من أمام محطة المختلط عند نهاية تحويلة مصرف الوادى ، ويسير بطول حوالى تسعة كيلو مترات ونصف إلى حدود الصحراء ، ومن ثم تنتقل المياه بالإنسياب الطبيعى داخل نفق يبلغ قطره ثلاثة أمتار من الداخل وطوله ثمانية كيلومترات ونصف حيث يصب عند حطية البقيرات على منسوب (١٠٫٠٠) بالناقص للمياه — ثم تنسف السنمة الفاصلة بين منخفض حطية البقيرات والمنخفض الرئيسى بطول كيلومتر واحد .

وقد لوحظ فى المشروع أن يصرف حوالى ٢٠٠ مليون متراً مكعباً سنوياً فى منخفض الوادى وأن يترك فى محطة المختلط نصرفاً قدره نحو ٣٥ مليوناً من الأمتار المكعبة سنوياً من تصرف تحويله مصرف الوادى لإدارة التوربينات ليظل المصدر الكهربائى منها قائماً لإدارة طلمبات الغرق المركبة على المصرف وللانارة أيضاً .

ولو فرضنا أن الأمر اضطرنا ذلك لأن نصرف فى هذا المنخفض ٣٠٠ مليون متر مكعب بطريقة أو بأخرى — حيث فى النية أن تركز زراعة الأرز فى محافظة الفيوم فى المنطقة التى سيرتب صرفها على وادى الريان — فإن هذا القدر من الماء يقتضى لكى يتبخر أن يكون سطحه المكشوف بمساحة قدرها حوالى ١٩٠ كيلومتراً مربعاً ، والخريطة الكنتورية للوادى تضمن هذه المساحة عند منسوب (١٣٫٠٠) بالناقص .

والنفق على هذا الأساس سيعتبر عملا جديداً من النواحى الفنية ، فان نفقاً بهذه السعة وبهذا الطول هو الأول من نوعه فى الجمهورية ، بل إن أمثاله فى العالم نادر جداً ويقتضى فى تنفيذه خبرات خاصة ومهارة شديدة الحذر ، إذ أنه يمر فى طبقة مختلفة من طفلية وحجرية وطينية .

ولذلك — وللطول الكبير لهذا النفق — يقتضى الأمر عمل وسائل للتهوية به واتباع طريقة دقيقة أثناء التنفيذ فى حمل ناتج الحفر إلى خارجه ، وفى إدخال المواد التى سيقتضيها تبطينه وهى مواد مختلفة كل منها نوع خاص يختلف باختلاف التربة التى سيمر فيها النفق

هذا هو مجمل للمشروع الذى ارتأت وزارة الرى أن تقوم به لتنمية موارد الفيوم الزراعية رأسياً وأفقياً — والمشروع بوصفه هذا يتكلف حوالى أربعة ملايين من الجنيهات .

ولو قدرنا أن هذا المشروع سيزيد من إنتاج الفدان الحالى قنطاراً واحداً فى المتوسط قطناً ، وأردباً واحداً من الذرة وأنه سيمكن بواسطته رى كل المقرر ريه من أراضى

الفيوم حتى دون توسع أفقى فيها ، لأمكن تقريب النتيجة فى جملتها على الوجه الآتى :

	جنيه
١٠٠,٠٠٠ قنطار الزيادة فى القطن ثمنها	١,٤٠٠,٠٠٠
١٧٠,٠٠٠ أردب الزيادة فى الذرة ثمنها	٦٨٠,٠٠٠
٣٢,٠٠٠ فدان مقررة الرى ولا تزرع حالياً بسبب قلة المياه قيمة إنتاجها	٩٦٠,٠٠٠
وبذلك يكون المجموع	٣,٠٤٠,٠٠٠

هذا بالطبيعى خلاف باقى الزراعات الأخرى التى لم أدخلها فى الحساب احتياطياً ، وهى زراعات القمح والزيادة فى المساحات التى ستزرع أرزاً وكذا مساحات الخضروات والحدائق .

ومن ذلك ترون أن المشروع إنما يحقق فائدة سنوية مقدارها حوالى رأس المال الذى سينفق فى إقامته .

وبعد فهناك بعض انتقادات وجهت للمشروع أود أن أجملها فى الآتى :

١ — وجود فوالق كثيرة فى وادى الريان .

٢ — التركيز فى وجود فوالق فى السنمة التى تفصل بين منخفض الوادى ومنطقة الغرق الزراعية .

٣ — وجود تسرب داخل طبقات المارل مما سيؤدى إلى وصول المياه إلى بركة قارون .

وإننى أشكر السادة الذين تقدموا بهذه الاعتراضات ، وأود أن أقول — بعد شكرى لهم — أن هذه الاعتراضات ليست نتيجة تجارب شخصية لهم ، وإنما الأمر فى ذلك عبارة عن إستنتاج يحتمل الصحة والخطأ أخذ من تقرير وضعه الجيولوجى المشهور السير سيريل فوكس عند ما استقدمته وزارة الأشغال فى عام ١٩٥٠ وهى تفكر فى استغلال وادى الريان كخزان للرى وليس للصرف وبمنسوب (٣٠,٠٠) بالزائد وليس بمنسوب (١٣,٠٠) بالناقص ، أى بفرق ضاغط مائى قدره ٤٣,٠٠ متراً .

وللرد على ذلك نرجع لهذا التقرير الذى وضعه السير سيريل فوكس فى مارس عام ١٩٥١ ، بعد أن وضعت الوزارة تحت تصرفه ٢٢ مؤلفاً من المؤلفات القيمة التى تناولت موضوع الوادى من الوجهة الجيولوجية منذ القرن الماضى ، وقدمت له كافة الوسائل وتسهيل مأموريته من آلات حفر وحاملات مياه ، وجندت العدد الوفير من مهندسيها الاكفاء وإمداده بكل ما يطلبه — كما استوردت له أجهزة الحظائر المشعة ووضعت تحت تصرفه طيارة هليوكوبتر خاصة وذلك حتى يستطيع أن تكون أبحاثه فعالة وليست سطحية مما جعل هذا العالم يدون فى تقريره بالحرف الواحد ما يأتى :

« قلما توجد دراســـات جيولوجية مدت وجهزت بالاستعدادات والآلات الحديثة والتسهيلات الكريمة والعدد الوفير من المهندسين للمساعدة وتقديم المعلومات الفنية مثل ما حصل فى وادى الريان » .

ولا أود أن أدخل فى تفاصيل ما كتبه سيادته فى تقريره إلا بالقدر الكافى للرد على هذه الاعتراضات .

ومضمون هذه الإعتراضات الثلاثة وجود فوالق فى جهات مختلفة وإنها خليقة بأن تتسرب المياه منها إلى بركة قارون وإلى منطقة الغرق .

« ويقول الخبير بالصحيفة رقم ١٤ من تقريره ما يلى :
ومن المحتم أن تكون هذه الفوالق قد حدثت قبل أن يغمر وادى الريان بالمياه بفترة طويلة لأن شروخ الفوالق تحولت إلى عروق معدنية نتيجة لما حملته المياه من كالسيت رسبته فيها ولا يظهر فى عروق الكالسيت المذكورة أى أثر للسحق بسبب تحركات أخرى .

« وفى المنطقة الجنوبية الغربية لوادى الريان توجد ينابيع للمياه العذبة يعتقد أنها تنبع من طبقات الحجر الرملى النوبى على عمق ٦٠٠ متر — وهــذه الينابيع تتواجد فى منطقة يتحللها فوالق من نفس النوع السابق ذكره — وبما أنها تنبع على منسوب يتراوح بين (٢٠,٠٠) بالزائد ، (٢٥,٠٠)

بالزائد ، وليس من فوالق معرقة بالكالسيت كالموجودة فى وادى الريان على منسوب (٣٠٫٠٠) بالناقص — فيستنتج من ذلك أن مستويات الفوالق قد أقفلت وأصبحت مانعة من تسرب المياه .

« وقد بدأت الاختبارات التى أجريت بواسطة جهاز قياس الإشعاع إلى درجة كبيرة ، مايعتقد من أن الأملاح الموجودة بالرمال فى أعمق موقع بوادى الريان على منسوب (٦٠٫٠٠) بالناقص — هى نتيجة التسرب من الينابيع آنفة الذكر خلال التربة ، حيث أذابت أثناء تسربها الأملاح الموجودة بها وحملتها معها » .

وجاء بالصحيفة رقم ١٦ بالتقرير ما يلى :

« عملت أربع جسات اختبارية أخرى فى القسم الشمالى من حوض وادى الريان فى منطقة حطية البقيرات ارتفاع كل منها ٣٠ متراً من طبقات المارل والحجر الجيرى ذات الميل المنخفض — وكانت إثنتان منها قريبة من عروق الكالسيت (أى مستويات الفوالق المتعدنة) وكافة هذه الجسات أظهرت كما كان منتظراً فقد قدر كبير من المياه بالامتصاص — وفى العمق كانت المياه الضائعة بالرشح قليلة عند مستوى الطبقات الطينية وفى أمكنة أخرى حيث توجد طبقات من المارل أو طبقات متغلغلة كان الفاقد بالرشح فيها كبيراً فى مبدأ الأمر — وفى هذه الحالات كان لاستعمال الطمى وخلطه بالمياه أثر كبير فى إنقاص كمية الفاقد بالرشح — ومع كل ذلك فإن كمية المياه الضائعة فعلا بالرشح كانت قليلة مع ما كانت عليه الحالة من حيث جفاف الطبقات وصغر انحدار سطح الأرض وقلة ميل الطبقات — والواقع أن ماحدث لم يكن رشحاً بل أغلب ما يكون امتصاصاً (بابتلال الطبقات الجافة) ، وبهذا يكون الموضوع ذا صبغة عملية بحتة أكثر منه ذو نتائج خطيرة .

« وبدلا من شقة يتراوح طولها من ٣٠٠ متر إلى ١٠٠٠ متر وهى عرض السنة الفاصلة التى تحجب الرشح بين قناة وادى الريان ومنخفض الغرق فإن المسافة شمالا من حطية البقيرات إلى بحيرة قارون تبلغ فى أضيق موضع ١٢٫٠٠ كيلومتراً ، وحتى لو افترضنا وجود فالق هناك ، فإن المسافة طويلة جداً ومتى كان الفالق متعدنا تضاءل الشك فى احتمال الرشح كثيراً » .

وجاء أيضاً بالصحيفة رقم ٦ من نفس التقرير ما يأتى :

« فلو أنى قمت بجميع أبحاثى عن طريق المساحة الأرضية ، لما تمكنت من اكتشاف الإثنى عشر فالقاً أو ما يزيد التى حددت موقعها من الطائرة الهليوكوبتر وكنت عندئذ كما فعل من قبلى المستر بيدنل والدكتور عظيه بك — أبديت رأيى بأن وادى الريان يمكن اعتباره مصمتاً غير قابل لنفاذ المياه فى جميع الأغراض العملية من مجرد الإلمام بطبقات الأرض — ولكن اكتشاف الفوالق أوجد فرقاً لأنى لما اختبرت كل منها ووجدت أن مستوياتها قد تعدنت بالكالسيت بدون أى أثر لتلوث أوكسيد الحديد (كما كان من المحتمل أن يحدث لو أن المياه المتسربة قد نفذت من هذه المستويات إلى أسفل) — أصبحت أقل تردداً .

« وقد ازددت وثوقاً بعد أن قمت بعمل حفرة على مستوى فالق بين مصرف وترعة لا تزيد المسافة بينهما عن نصف كيلومتر . ولم أجد أى أثر للرطوبة فى فواصل الطبقات الصخرية ، وكذلك عند ما قمت بعمل جستين فى سنة الغرق كل منهما على خط فالق وأعطت نتائج مقنعة للغاية ضد وجود أى رشح ملموس فأصبحت مقتنعاً بأن وادى الريان مصمت غير قابل لنفاذ المياه كما لو كان ذلك قد أثبت بأقصى دراسة يستطيعها إنسان » .

ويستنتج من ذلك أيها الإخوان . . . أولا أن الفوالق جميعها قد تعدنت بالكالسيت وأصبحت غير مسامية فلا تسمح بمرور المياه ولم يحصل لها أى سحق آخر وأن العيون المتفجرة على منسوب (٢٠٫٠٠) ، (٢٥٫٠٠) بالزائد فى الجنوب الغربى لوادى الريان والتى تستمد مياهها من الحجر الرملى النوبى على عمق ٦٠٠ متراً ووجود فوالق متعدنة جافة بجوارها على منسوب (٣٠٫٠٠) بالناقص لظاهرة تدل على أن هذه الفوالق لو كانت لم تتعدن لتفجرت العيون خلالها على هذا المنسوب المنخفض .

وثانياً فإن ماذكره سير سيريل فوكس فى تقريره عن طبقات المارل والحجر الجيرى المختلط به — هو أنها تتشرب المياه ولم يقل أبداً أن المياه تتسرب منها — وفرق كبير بين الوضعين — ومع كل فسأفترض أن المارل صافياً أو مختلطاً مع الحجر الجيرى ستتسرب منه المياه — فما هو الوضع بالنسبة لاراضى محافظة الفيوم ؟

إن خزان الصرف سيقف منسوبه فى النهاية عند منسوب (١٣٫٠٠) بالناقص — ولو نظرنا للطبقات الجيولوجية تحت هذا المنسوب ، وحددنا مواقع طبقات المارل فيها ، لوجدنا أنها تعلوها طبقة بسمك ٣٠ متراً من الحجر الجيرى الصلب غير النفاذى منحدراً كله ناحية بركة قارون ماراً بمنسوب يتراوح ما بين (٨٠٫٠٠) ، (١٢٠٫٠٠) بالناقص تحت قاع البركة — ومعنى ذلك أنه كما ذكرت . . . لو أن طبقات المارل تتسرب منها المياه ، فلا سبيل لها إطلاقاً للوصول لأراضى الفيوم ولا للتسرب فى البركة وذلك لوجود تلك الطبقة الحجرية فوقها بمنسوب يجعلها تمر تحت قاع البركة بحوالى ٣٠ متراً .

أيها الإخوان ... أشكر للمعترضين اعتراضاتهم — فقد أناروا الطريق أمامنا لزيادة البحث ، وما كان هدفهم إلا زيادة البحث والتأكد من سلامة المشاريع الكبيرة شأن المهندسين فى كل أعمالهم — ولكننى رغماً من ذلك تحضرنى فى تاريخى الطويل الذى عاصرت فيه الأعمال الكبيرة شخصياً ، وما قرأته من تاريخ المشاريع الكبرى التى لم يتسن لى أن أحضر تنفيذها — أقول تطفو على صفحة فكرى ، إزاء اعتراضات المعترضين المحببة دائماً إلى نفس كمهندس أمران :

الأول : هو أنه ما قام مشروع من المشاريع إلا وقامت حوله اعتراضات — وما أمر الاعتراضات التى قامت حول خزان جبل الأولياء ، بل حول السد العالى — معجزة الجيل — ببعيد .

الثانى : يعلم المهندسون أمر خزان أسوان ، وأنه أثناء إنشائه فى عام ١٨٩٨ اكتشف وجود فالقين غير متعدنين ، عالجهما المهندسون كما يجب أن تعالج الأمور الهندسية — ولو أن هذين الفالقين عرفا أثناء بحث إنشاء الخزان ، لأودت الاعتراضات بانشائه ولضاعت الهبة الإلهية التى وهبها الله لنا فى ذلك التاريخ والتى جعلت من أرضنا الزراعية أرضاً منتجة

حياكم الله أيها الإخوان .. والسلام عليكم ورحمة الله.

دور التفتيش الفنى فى حل مشاكل صناعة الخرسانة المسلحة

للدكتور المهندس احمد على العريان

أولا — مجال التفتيش الفنى والحاجة إليه

إن صناعة وإنتاج الخرسانة المسلحة ما زالت كفن تحتاج إلى معرفة تامة وكفاءة عاليـــة فى التشغيل وذلك للحصول على خرسانة ذات درجة عالية من الجودة . وبرغم التقدم فى دراسة وخواص المواد وتطور المعدات الميكانيكية إلا أن التفتيش الفنى يعتبر حلقة الترابط بين التصميمات والمواصفات من ناحية والعمل المنجز من المنشأ من ناحية أخرى . وحينئذ يعتبر التفتيش ضرورياً إذ يوصلنا إلى التأكد من سير العمل وفقاً للتصميمات والمواصفات الموضوعة حتى لا يحدث أى خطأ أثناء سير العمل .

لذا كان التفتيش الدقيق هو الوسيلة التى يعتمد عليها لضمان الحصول على منشأ ذى كفاءة عالية تتوافر فيه صفات الجودة المطلوبة . . وليس التفتيش سوى عامل من العوامل العديدة الأخرى المرتبطة ببعضها والتى لها تأثير مباشر على النتائج التى نحصل عليها عند صناعة الخرسانة المسلحة وذلك للحصول على منشأ تتوافر فيه الخواص التى تتلائم مع الغرض الذى من أجله أقيم المنشأ ، هذه العوامل هى كما يأتى :

التصميم الجيد :

وهذا لا يعنى تصميم الأبعاد المناسبة للمنشأ طبقاً لنظريات الإنشاء الصحيحة فقط بل يشمل أيضاً إختيار نوع الخرسانة المناسبة كذا إختيار الركام وتدرجه الحبيبى المناسب حتى نحصل على الخرسانة طبقاً لما يحتاجه المنشأ .

المواصفات المناسبة :

وهذه تتضمن التعاريف الصحيحة للجودة والاحتياطات فى تنفيذ بعض البنود غير الواضحة كذلك الشروط الإضطرارية ويجب أن تكون هذه المواصفات واضحة لا غموض فيها لأن ذلك قد يؤدى إلى عدم ضبط الجودة فى تنفيذ المنشأ . كما يجب أن تكون هذه المواصفات ملائمة لظروف المنشأ ولمقدرة المقاول على تنفيذه .

المقاول الذى يمكن الاعتماد عليه :

وهذا يعنى اختيار المقاول الذى يتصف بالأمانة والذى لديه المعدات اللازمة ، كما أن طريقة تنفيذه للعمل تضمن الوصول إلى المستوى المطلوب .

التفتيش الفنى والفحص الدقيق :

وهذا يشمل إتباع نظام العمل المناسب لنوع المنشأ وإختيار الأشخاص القادرين على الإشراف على العمل وإعطائهم السلطة الكافية فى التنفيذ . ولهذا النظام شروط يمكن إدخال بعض تعديلات لها لتكون فى أكمل وجه .. ويجب أن نوضح أن التفتيش خطوة هامة فى الإنتاج حيث أن التصميم الجيد قد يفقد قيمته كما أن المواصفات الموضوعة قد تفقد فاعليتها إذا كان التفتيش غير كاف .

ويتم التفتيش على المنشأ الخرسانى باتباع الوسائل الآتيـــة :

١ — أخذ العينات للمواد التى بالمواقع لفحصها واختيارها .

٢ — مراقبة نسب مكونات الخلطات الخرسانية لمطابقتها بالنسب الواردة بالمواصفات ومعايرة المواد .

٣ — اختيار الأساس والفرم وأى أعمال معدة لصب الخرسانة .

٤ — التفتيش المستمر على المعايرة للكميات والخلط والنقل والصلب والدمك والتشطيب والمعالجة للخرسانة .

٥ — اختيار قوام الخرسانة وإعداد عينات منها لعمل الاختبارات اللازمة عليها بالمعمل .

٦ — مراقبة خطة المقاول والمعدات اللازمة المستخدمة والجو وظروف العمل والعناصر الأخرى التى قد تؤثر على الخرسانة بوجه عام .

٧ — إعداد النتائج والتقارير عن العمل .

وثمة ملاحظات أخرى ضرورية تستحق الذكر ، فمثلا يقوم التفتيش بدور هام فى أعمال الهندسة المدنية ويحتاج إلى المهارة والدراية الفنية واتخاذ القرارات الحاسمة كما يعتبر بمثابة تدريب مفيد للمهندس ولذا فانه يقوم بدور هام وحيوى فى الخبرة التى يكسبها المهندس حديث التخرج وفى فترة الخبرة التى يكتسبها المهندس من عمليات التفتيش فانه عادة يقف وجهاً لوجه مع العمل الإنشائى ليس من حيث تقرير الطرق وظروف العمل بل بالنسبة لبناء سمعته ومستقبله .

فإذا توفر لدينا التصميم الجيد والمواصفات المناسبة فان مهمة المفتش هى الربط بين التصميم والتنفيذ بطريقة تؤدى إلى الوصول إلى منشأ تتحقق فيه أغراض التصميم والتنفيذ طبقاً للمواصفات . وليكن المفتش قادراً على توجيه عناصر الإنشاء بحيث تتحقق الجودة المطلوبة للمنشأ .

وينصب اهتمام المفتش مبدئياً على النتائج أكثر من الطرق . . ولما كانت الطرق تؤثر على النتائج لذلك كان لزاماً عليه أن يرفض الطرق الخاطئة ويعرض الطرق الصحيحة لها . ويجب على المفتش أن يكون على علم بالمشاكل التى تصادف المقاول وأن يعاونه فى حلها . كما أن الفهم الصحيح لموقف المقاول يساعد كثيراً فى إيجاد علاقة حسنة بين المفتش والمقاول .

ويؤدى الإهمال فى التفتيش إلى نتائج سيئة كما يؤدى إلى عدم الثقة وعدم الاستقرار فى العمل كما أن التفتيش التعسفى يؤدى إلى وقوع مشاحنات وأزمات . وما العلاقة بين المفتش ومرؤوسيه إلا زمالة وتعاون من أجل إنجاز العمل طبقاً للتصميمات الموضوعة والمواصفات المطلوبة .

ثانياً — تنظيم التفتيش الفنى

هناك عدة طرق مختلفة لعملية التفتيش أبسطها أن يقوم شخص واحد بهذه العملية . وعلى أية حال مهما كان حجم المشروع فانه يوجد عادة قسم ينشأ خصيصاً من أجل إدارة أعمال التفتيش وقد يكون لقسم التفتيش رئيس يكون عادة مهندس متخصص فى خواص المواد واختبارها أو ما يعادله والذى يمكنه أن يقوم بأعمال أخرى إلى جانب إدارة وبتوجيه عملية التفتيش . وأحياناً فى أى مشروع إنشائى تكون هيئة التفتيش مسئولة أمام مكتب التصميم وتارة أخرى تكون هذه الهيئة مسئولة أمام مهندس العملية سواء مهندس التنفيذ أو المهندس المصمم .

ويوجد فى المشروعات الضخمة مجموعة من المفتشين لضمان مراقبة أجزاء العمل وأحدهم يشرف على عملية معايرة نسب مكونات الخلطات الخرسانية وخلطها فى الخلاطات بينما يقوم مفتش آخر بالإشراف على عملية صب الخرسانة . وبجانب مفتش الخرسانة قد يوجد مفتشون آخرون يقومون بتغطية بعض الجوانب الأقل أهمية فى العمل .

وعند تنظيم قسم التفتيش فإن اختيار الشخص الكفء لرئاسة هذا القسم له أهمية كبرى لأنه سيقوم بالإشراف على عملية التفتيش . ولذا يجب إعطاؤه السلطة والوقت الكافى

حتى يقوم باختيار الأشخاص الأكفاء لمساعدته وتحديد الخطة التى ستتبع فى تنفيذ العملية .

ويجب أن يراعى تناسب تكاليف ونفقات عملية التفتيش مع نوع العمل المطلوب الإشراف عليه . كما يجب تحديد السلطة المخولة للقائمين بعملية التفتيش بوضوح حتى لا يعترض أحد عليهم أو يتعدوا هم أنفسهم حدود مسئوليتهم .

(ا) مقومات ومسئولية المفتشين :

دارت مناقشات عديدة حول مزايا المفتش الذى لديه خبرة عملية والمفتش الذى لديه خبرة نظرية . . فالأول هو شخص تدرب على عمليات الإنشاء وليس من الضرورى أن يكون مزوداً بالمعلومات النظرية ، أما الثانى فهو شخص تلقى تعليمه وتدريبه فى معهد فنى . والمفتش الثانى حقيقة هو الشخص الذى يجمع بين صفات الاثنين وقد تمكن البعض من الوصول إلى هذه المثالية وهم الأشخاص الذين كانت لديهم الرغبة لبذل الجهد من أجل التزود بقسط من الخبرة الفنية أو لاكتساب الخبرة العملية وذلك أثناء فترة دراسية أو عن طريق المشاهد أو الملاحظة الدقيقة أثناء فترة تدريب تحت إشراف مفتشين ذوى خبرة أكثر . ويمكن تلخيص الصفات العامة المطلوبة فى المفتش وبايجاز ، يجب أن يكون لدى المفتش الخبرة العملية كما يجب أن يكون ماماً ببعض المعرفة بالقواعد الهندسية المتعلقة بالعمل الذى يشرف عليه ونجمل ما يجب أن يعرفه فى عبارة : كيف .. ولماذا ؟

وهذا ضرورى للشخص الذى يكون مسئولا عن الأجزاء الرئيسية فى عملية التفتيش . وإذا احتاج التفتيش أساساً إلى خبرة أو تدريب خاص فان التعليم الهندسى العام يصير غير ضرورى بل يكتفى أن يكون لديه — لدى المفتش خبرة عامة فى عمليات الإنشاء وأن يكون قادراً على تفهم ومتابعة المواصفات المختلفة فى هذا المجال فقد يحتاج إلى الرجوع إلى العقود والرسومات لدراستها .

ويجب على مفتش الخرسانة أن يكون مزوداً بمعلومات وافية عن تكنولوجيا الخرسانة حتى يدرك مثلا تأثير زيادة حجم حبيبات الرمل الناتج عن تشبعها بالرطوبة على حجم الكميات المكونة للخلطة : كما يجب أن يكون قادراً على معرفة ما إذا كانت أية خلطة قد ضبطت نسبتها وأن يستطيع الحكم على قوام الخرسانة وليعرف أيضاً القواعد الأساسية المستعملة فى تعديل الخلطات للحصول على خليط تتوافر فيه الخواص المطلوبة . كما عليه أن يتحقق من أن الشدة قوية وسليمة وغير منفذة للماء وأن يعرف الطريقة الصحيحة لدمك الخرسانة أثناء صبها . وفى حالة استعمال الهزازات الميكانيكية فيجب عليه أن يكون ملماً بالأحوال غير المرغوب فيها نتيجة زيادة أو نقص مدة الاهتزازات عن الحدود المعروفة . كذلك يتحتم عليه لطبيعة عمله أن يكون قادراً على الحكم على الخرسانة بعد صبها إذا كانت حالة الجو من ناحية الرطوبة ودرجة الحرارة المناسبة قد ظلت ثابتة حتى تتماسك الخرسانة وأصبحت صلبة . ويجب التنبيه بعدم إزالة الشدة مبكراً لضمان الأمن الكافى .

وهناك صفات أو ملامح معينة على المفتش أن يتحلى بها، فمثلا يجب أن يكون قوى الملاحظة سليم التقدير ينصب اهتمامه الأكبر على المسائل الأكثر أهمية . وأما من ناحية المظهر العام فلتكن له الشخصية التى تكسبه إحترام العمال ومن يتعامل معهم . وليكن متعاوناً دون اتخاذ موقف الشخص الذى يمكن التأثير عليه ، مستقيما ، سريعاً فى عمله وأن تتوفر فيهم صفة الحكم الصالح والإنصاف واللياقة . وأن تكون عنده الأمانة والقدرة على العمل والتعاون مع الجميع دون انحياز إلى أحد . كما يجب أن يعرف حدود سلطته وأن يكون قادراً على استخدامها فعلا دون إثارة المشاحنات أو المتاعب . ويجب أن يعرف مسئوليته وأن يقدرها حق التقدير . ومن النادر وجود شخص يجمع هذه الصفات ، ولكن نستطيع أن نحدد نجاح المفتش بمدى ما يتصف به من هذه الصفات .

إن مسئولية المفتش الأولى هى مراقبة العمل الذى يقوم بالإشراف عليه بحيث يتم تنفيذه طبقاً للتصميمات والمواصفات الموضوعة فيما عدا التعديلات التى يقرها رئيسه كتابة وهو مسئول عن إلمامه التام بالمواصفات والقدرة على الحكم

الصحيح : وقد يكون مسئولا عن استخدام طرق محددة أو مواد معينة فى الإنشاء : ولا يمكن الاعتماد على إجراء فحص بصرى لعمل قد تم تشييده لمعرفة ما إذا كان قد تم تنفيذه بطريقة مرضية ومواد جيدة من عدمه وأنه بعد استلام المنشأ يكون الوقت متأخراً جداً لتحميل المقاول مسئولية أى خطأ يظهر فيما بعد . وقد يكون المفتش مسئولا عن عدد من الواجبات المعينة مثل عمل التقارير وحينئذ عليه أن يحتفظ بمذكرات يومية متصلة عن مشاهداته أثناء العمل وخاصة ما يصدر للمقاول من تعليمات وتحذيرات سواء كانت شفوية أو كتابية . كما تقع على المفتش بعض المسئوليات المعنوية المتعلقة بحماية مصالح المالك .

(ب) تدريب المفتش الفنى وعلاقاته وسلطاته :

١ — تدريب المفتش الفنى :

من الأفضل أن يتدرب المفتش فترة من الوقت تحت إشراف أحد الخبراء وتختلف هذه الفترة باختلاف المفتش الجديد وما لديه من معلومات وخبرة سابقة . كما يجب حصول المفتش على كافة المعلومات الفنية المتعلقة بالمنشأ الخرسانى بسهولة وذلك لزيادة معلوماته الفنية . كما يجب تقسيم هذه البيانات طبقاً للأغراض التى تتعلق بها حتى يمكن الرجوع اليها بسهولة وقت الحاجة فقد تحتاج بعض العمليات التى تقيمها الدولة إلى ما يستدعى الانتباه من بعض المؤسسات والهيئات الكبيرة القائمة بالفحص والتفتيش . فقد تحتاج هذه العمليات إلى بعض وسائل مبتكرة غير مألوفة أو بعض أخطاء فى التصنيع يجب تجنبها . فاذا ما اكتفينا بذكرها فى العقود فقط فسرعان ما تقع فى طى النسيان . لذلك يجب الاحتفاظ بصورة منها فى السجلات حتى يرجع إليها المفتش كلما اقتضى الأمر .

ومن الأمور الحيوية الهامة حث القائمين بالتفتيش على زيادة خبرتهم ومعلوماتهم الفنية باستمرار وذلك عن طريق استكمال دراستهم أو بالإطلاع على المقررات الفنية كذلك بالإنتفاع بالتسهيلات التى تعدها لهم المعاهد والمؤسسات الفنية القائمة فى مناطق عملهم . وفى هذه المعاهد الدراسية الخبراء والمعلومات الكافية والتسهيلات الكثيرة التى يمكن استغلالها إلى أبعد مدى وليكن المفتش على اتصال مستمر بالخبراء الأكفاء فى الدولة ممن لهم دراية واسعة للاسترشاد بتوجيهاتهم فى المشاكل التى تصادفه أثناء العمل .

ومن الأمور التى تقلل من قدر المفتش قيامه بعمل الاختبارات المطلوبة من واقع قراءة المواصفات قبل دراسة التفاصيل الدقيقة لها أولا . ولكن للمفتش تدوين النقط الهامة فى مذكرة للرجوع إليها حتى لا يتحرج أو يفقد الثقة فى احترام القائمين بالعمل .

٢ — علاقات القائم بالتفتيش :

على القائم بالتفتيش أن ينفذ التعليمات الصادرة له بطريقة صريحة واضحة سواء كان ذلك منصوصاً عليه فى المواصفات أو صادراً له شفوياً من أحد رؤسائه . كما يجب عليه ألا يناقش رئيسه فى وجود أشخاص آخرين. وإذا خول للمفتش سلطة العمل فيجب أن يقدم له العون والتأييد من رؤسائه وإذا تعدى المفتش السلطة المخولة أو فشل فى أداء مهمته فلا يجوز بحال لفت نظره أو مجابهته ومواجهته أمام المقاول أو ممثله أو عماله بل على العكس يجب بذل كل جهد للمحافظة على كرامة المفتش ورفع روحه المعنوية .

ويؤدى التعاون بين المفتش والمقاول — دون إضرار بمصلحة المالك — إلى خفض تكاليف البنــــاء ما دامت الشروط المنصوص عليها بالمواصفات موضع احترام . وإذا استدعى الأمر تغير فى المواصفات فيجب أن يتم ذلك بموافقة المالك والمقاول وعن طريق القائم بالتفتيش عادة .

وإذا ما اقترح المقاول تعديل فى الخطة المرسومة دون خروج على روح المواصفات وظهر صواب هذا الرأى فيمكن للقائم بالتفتيش أن يوافق مبدئياً على أن يرجع بعد ذلك إلى رئيسه المباشر .

ويجب إتمام عمليات التفتيش سريعاً كلما دعت الحاجة إلى ذلك كما يجب التنبؤ بالحالات التى ينتظر أن تؤدى إلى

خطأ فى العمل كلما أمكن . ويجب لفت نظر المشرفين إليها مبكراً لتفادى الخسارة فى المجهود والمواد . كما يجب تنظيم عملية التفتيش هذه حتى لاتسبب تاخيراً فى العمل أو زيادة فى المجهود وألا تتعدى مطالب القائم بالتفتيش حدود المواصفات وأن يوافق على طريقة عمل المقاول فى حدود المعقول بحيث لاتتعارض مع المواصفات علماً بان تعارض الآراء والأساليب يؤدى عادة إلى نتائج غير مرغوب فيها . ولو فرض أن سمحت المواصفات باتباع عدة أساليب فللقائم بالتفتيش حق إسداء النصح دون إجبار وذلك للمحافظة على حسن العلاقة حتى يتم العمل على أحسن وجه . وإذا تصادف واختلفت وجهات النظر فيستحسن الرجوع إلى الرئيس المباشر لبحث نقاط الخلاف والبت فيها .

ومن الثابت المعقول أنه لحسن تصرف القائم بالتفتيش وعدم انحيازه وحسن معاملته للمقاول ومعاونيه من عمال وموظفين أحسن الأثر فى سرعة إتمام العمل وإتقانه والعكس صحيح على أن يكون ذلك فى الحدود المعقولة دون اندماج أو قبول خدمات شخصية من المقاول بمعنى أن تتصف تصرفاته بروح العدل والإنصاف والإشادة بالعمل الناجح مما يؤدى إلى زيادة التعاون مع القائمين بالعمل دون إظهار لسلطانه ونفوذه كما يجب ألا يسبب اضطراباً فى نظام عمل المقاول .

وعلى الرغم من ضرورة تدوين كل خطوات العمل أولا بأول إلا أنه يحسن الإتصال التليفونى والحديث الشخصى مع القائمين بالعمل كلما تطلب الأمر حرصاً على صالح العمل نفسه على أن تدون التعليمات الشفوية والتليفونية كتابة فيما بعد حتى يمكن الرجوع إليها عند الحاجة . وتعطى التعليمات إلى المندوبين الرسميين للمقاول فيما عدا الأعمال الروتينية وفى الحدود التى تتمشى مع نظام المقاول . ويتعامل المفتش غالباً مع المقاولين من الباطن وعلى القائم بالتفتيش الاتصال المباشر بالمقاول الأصلى وهو المسئول قانوناً فى حالة مخالفة الإرشادات أو اختلاف وجهات النظر مع تحذيره برفض الأعمال المخالفة وأن علاج الخطأ فى مبدئه سهل وعليه إخطار المقاول — عند رفض العمل — عن مبررات الرفض بطريقة مهذبة .

وبالرغم من ضرورة توافر حسن المعاملة والحيطة التامة لدى القائم بالتفتيش إلا أنه لايستطيع التغاضى عن مخالفات قد تؤدى إلى سوء العاقبة كاستعمال خامات تقل فى الجودة عما تتطلبه المواصفات أو الالتجاء إلى وسائل ماتوية غير مألوفة فى تنفيذ العملية بل يجب إيقافها فى الحال . كما يجب أن تكون المواصفات من الوضوح بشكل لايدعو إلى سوء الفهم وألا يكون بها ثغرات يمكن استغلالها . والمقاولون على أنواع فمنهم الأمين ومنهم دون ذلك والواقع أن المقاول الأمين حريص على سمعته الفنية فخور بعمله . ومن الصعب على المقاول الأمين أن ينفذ عملا متقناً إذا كانت الأسعار غير مجزية . بل إن العقد الذى يحقق ربحاً مناسباً هو العقد الصحيح . وإذا حاول المشرف على العمل الحصول على فوائد مادية له فإن ذلك يؤدى إلى الإخلال بالمواصفات وبالتالى إلى نتائج لايدرك أهميتها . وعلى القائم بالتفتيش أن لا يسير على وتيرة واحدة فى عمله حتى يصعب التنبؤ بتصرفاته . لذلك يجب أن يتم التفتيش على أجزاء العمليات المختلفة فى فترات غير منتظمة علاوة على ضرورة وجوده شخصياً دون إخطار عند القيام بعمل حيوى هام مثل صب الخرسانة أو أداء عمل يترتب عليه أهمية مستقلة . وعلى أية حال فهو الذى يقدر ويقرر مثل هذه الظروف والأحوال ومدى ما تتطلبه من الإشراف المستمر أو الإشراف المفاجىء .

أما العينات التى تؤخذ للاختبار فيجب أن تتم تحت إشراف القائم بالتفتيش الذى يتولى وضع العلامات المميزة التى تسهل له معرفتها فيما بعد .

٣ — سلطات القائم بالتفتيش :

تمنح للقائم بالتفتيش سلطات وحقوق ، منها :

يوقف صب الخرسانة حتى تتوافر جميع الظروف المناسبة لذلك (كاتمام عمل الشدات والقيام بفحصها) ليتسنى البدء فى التفتيش .

يمنع استخدام خامات وآلات لا تطابق شروط المواصفات .

— يوقف أى عمل لايتفق والتصميمات والمواصفات .

— يطلب إصلاح أو إزالة أى عمل تم تنفيذه بطريقة خاطئة أو تم دون فحص ولا ينتظر لاختباره فيما بعد .

ويسمح للقائمين بالتفتيش عادة باتخاذ الإجراء المباشر فيما يختص بالحالات الثلاث الأولى على أن يتصل برؤسائه المباشرين بعد إصدار أوامره مباشرة ومع ذلك فلايجوز أن يلجأ إلى إيقاف العمل كحل نهائى إلا إذا بدت نتائج وخيمة تترتب على الإستمرار فى العمل . ويجب أن يحصل على موافقة رؤسائه قبل إزالة العمل الخاطىء إذ أن إزالة هذا الجزء قد يؤدى إلى ضعف التماسك بين الجزء القديم والجديد . وعلى أية حال يعتمد القائم بالتفتيش كل الاعتماد على خبرته ومرانه للبت فى الأمور التى تنص عليها المواصفات كما يجب عليه أن يتصرف فيما يعترضه من مشكلات أثناء سير العمل على أن يخطر رؤسائه بالنقط الهامة غير الواضحة . والواقع أن المفتش الكفء يدرك المشكلات المحتملة قبل حدوثها ويتخذ العدة لمواجهتها بعد الرجوع إلى رؤسائه وبذلك يتجنب المناقشات والخلافات التى تؤدى إلى تعطيل وتأخير العمل .

ثالثاً — التفتيش الفنى فى مجال الخرسانة المسلحة

تحتوى المواصفات العامة والخاصة كلما يتصل بالرسومات التفصيلية الهامة للخرسانة المسلحة وتقرر الأعمال التى على المقاول تنفيذها فيذكر عادة فى الرسم التفصيلى تفاصيل المنشأ (أبعاده والتسامح الجائز فى هذه الأبعاد وبعض المواد اللازمة لتنفيذ مراحل العملية المختلفة) . وهذا علاوة على ضرورة توضيح المواصفات الخاصة بنوع الخرسانة بصورة لاتدعو إلى اللبس على أن يسمح فى نفس الوقت بإجراء بعض التعديلات الكفيلة بضمان الإقتصاد باستخدام المواد الخام المحلية . ويشترط فى واضع هذه المواصفات أن يكون ملماً بالتفاصيل الدقيقة عن إنتاج الخرسانة وأن يتفهم تأثير التغيرات الكثيرة فى خواصها . وتقوم حالياً الهيئة المشرفة للتوحيد القياسى كما يقوم بعض المتخصصين بوضع مواصفات المواد المختلفة والطرق الواجب إتباعها عند اختبارها وكذلك أسس التصميم واشتراطات التنفيذ للخرسانة المسلحة .

وعلى القائم بالتفتيش اتباع التعليمات الواردة فى المواصفات التى تحوى جميع المستندات اللازمة لذلك كما يجب دراسة هذه المواصفات بدقة قبل تطبيقها لأغراض التفتيش للتأكد من أنها تحتوى على جميع المعلومات اللازمة كذلك دراسة مايتعلق منها بالأخطاء والتأكد من أنها تحتوى على جميع ما تتطلبه العملية وبذلك يمكن ضمان حسن سير العمل .

وفى حالة ظهور خلاف على أحد الشروط يرجع المفتش إلى الرسومات التفصيلية والتصميمات ثم إلى المواصفات الخاصة فالعامة إلا إذا ذكرت طريقة أخرى ينص عليها فى العقد ويمكن إضافة بند بالعقد يوضح مثل هذه الأمور .

ويمكن تقسيم مراحل التفتيش الفنى على أعمال الخرسانة المسلحة إلى ثلاث مراحل : قبل الصب وأثناء الصب وبعد الصب ، وسنتناول فيما يلى أهم العمليات التى يجب أن يشتمل عليها التفتيش فى كل من هذه المراحل :

(ا) التفتيش قبل الصب :

تشمل عملية التفتيش قبل صب الخرسانة على الآتى :

١ — الإشراف على الحفر : للتأكد من مطابقته للمواصفات المنصوص عليها من حيث عمق الحفر ووفرة الطلمبات اللازمة لنزح المياه الأرضية أن وجدت كذلك لضمان عدم وجود أية مواد غريبة قد تضر الخرسانة عند صبها . كما يجب رش التربة بالماء قبل صب الخرسانة العادية للأساسات .

٢ — الإشراف على الفرم : للتأكد من متانتها بحيث تتحمل الأحمال الموجودة عليها والتأكد من أنها من نوع جيد لاتمتص جزءاً كبيراً من مياه الخلطة الخرسانية ، كما يجب التأكد من وضعها بدقة بجانب بعضها للحصول على سطح خرسانى مستو مطابق للأبعاد المطلوبة .

٣ — الإشراف على حديد التسليح : للتأكد من مطابقته للرسومات التنفيذية من حيث الأطوال والأقطار والتكسيحات والجنشات وللتأكد كذلك من وضع الأسياخ فى مكانها الصحيح :

٤ — الإشراف على الأسمنت : يلزم معرفة نــوع الأسمنت المستعمل والمكان الذى جلب منه كما يلزم عمل الإختبارات القياسية لمعرفة زمن شك الأسمنت ومقاومته وعلى المفتش أن يتأكد من جفاف مكان حفظ الأسمنت حتى لايشك قبل استعماله .

٥ — الإشراف على الركام : يلزم التأكد من مطابقة التدرج الحبيبى المنصوص عليه بالمواصفات ، كذلك يجب العناية برش الزلط بالماء حتى لا يمتص جزءاً من الماء الخلط . كما يجب التأكد من خلو الركام من المواد الناعمة وإن وجدت فلتكن صغيرة حتى لاتؤثر هذه المواد على مقاومة الخرسانة الناتجة .

٦ — الإشراف على الماء الخلط : للتأكد من أن ماء الخلط خال من الشوائب والأحماض والقلويات والأملاح التى تضر بالخرسانة . وإذا كان من الصعب الحصول على الماء العذب فإنه يجب المقارنة بين تكاليف إحضار الماء من مكان آخر وبين زيادة كمية الأسمنت المستعملة فى الخلطة المنصوص عليها .

مما تقدم نعرف مدى أهمية فحص المواد المستعملة حتى يمكننا أن نعرف مدى صلاحيتها للحصول على خرسانة ذات درجة عالية من الجودة مع مراعاة عدم البدء فى خلط الخرسانة قبل استيفاء الإحتياطات المنصوص عليها من حيث وفرة المعدات اللازمة للخلط ونقلها بحيث لاتبعد هذه المعدات كثيراً عن موقع العمل حتى لاتبدأ الخرسانة فى التصلد قبل صبها . كذلك يجب توافر المعدات اللازمة لصبها ودمكها وتسويتها قبل بداية العمل .

(ب) التفتيش أثناء الصب :

على الرغم من أن المفتش يجب أن يلاحظ جميع عمليات صناعة الخرسانة من خلط ونقل وصب ودمك وتسوية إلا أن عليه أيضاً ضرورة التفتيش على عملية معايرة المواد خاصة الأسمنت والماء لأنهما يلعبان دوراً كبيراً فى الخرسانة الناتجة . أما الأسمنت فإن الإقلال منه عن النسبة المنصوص عليها يؤدى إلى الحصول على خرسانة ذات مقاومة أقل من المقاومة المطلوبة . كما أن زيادة النسبة بدرجة كبيرة يؤدى إلى حدوث انكماش فى الخرسانة مما ينتج عنة تشققات وشروخ وعلى ذلك يجب الإهتمام بنسب الأسمنت المقررة ، وأما الماء فنسبة معينة منه تعطى أكبر مقاومة للخرسانة وقد لاتكون هذه النسبة كافية للحصول على خرسانة ذات درجة مناسبة من التشغيل كما أن زيادة نسبة الماء بقدر كبير قد يحدث غسيلا للاسمنت من ناحية ومن ناحية أخرى نجد أنه كلما زادت نسبة الماء عن نسبة معينة (وهى نسبة الماء التى عندها نحصل على أكبر كثافة للخرسانة) ينتج عنه إنخفاض فى مقاومة الخرسانة . وعادة يضيف العمال نسبة كبيرة من الماء لخلطة الخرسانة للحصول على درجة عالية من التشغيل مما يكون له أسوأ الأثر على الخرسانة الناتجة .

وليلم المفتش إلماماً تاماً بالأسباب التى تؤدى إلى حدوث انفصال خليط الأسمنت والماء عن ركام الخرسانة وأن يوفر جميع الوسائل التى تمنع حدوثه . ويمكن إجمال أسباب حدوث الإنفصال فيما يأتى :

١ — عند استعمال الخلاط الميكانيكى قديؤدى إطالة زمن الخلط إلى حدوث انفصال ويقدر الزمن المناسب للخلط الميكانيكى بحوالى دقيقتين .

٢ — عدم خلط مكونات الخرسانة خلطاً جيداً .

٣ — صب الخرسانة من مكان مرتفع جداً من المكان المعد لها .

٤ — استعمال الهزازات الميكانيكية لمدة كبيرة عند دمك الخرسانة .

وقد لا يتيسر ملاحظة حدوث الإنفصال بالتجارب ولكن يمكن اكتشافه ومعرفة أسبابه بالتمرين العملى والخبرة .

ويجب على المفتش أن يقوم من وقت لآخر بفحص قوام الخرسانة عند الفرم وأن يقوم بصفة مستمرة بفحص قوام الخرسانة داخل الخلاط وداخل معدات نقلها حتى يمكنه أن يكتشف خاصة حدوث أى انفصال على الخرسانة ويقوم بمعالجته فى الحال . كما يجب على المفتش أن يقوم بتسوية سطح الخرسانة وهى مازالت طرية نوعا بواسطة حافة مستوية ليعالج فى الحال أى ارتفاع أو انخفاض فى السطح .

(ج) التفتيش بعد الصب :

تعتبر ملاحظة معالجة الخرسانة بالقدر المناسب من أهم واجبات المفتش الملقاة على عاتقه . والمعالجة هى توفير درجة كافية من الرطوبة ودرجة حرارة مناسبة للخرسانة وذلك بعد صب الخرسانة فى موضعها مباشرة حتى تستمر عملية التفاعل للأسمنت والحصول على الخواص المطلوبة . فالمعالجة المناسبة لها تأثير لايستهان به على خواص الخرسانة المتصلدة لأن الخرسانة كما هومعروف تكتسب قدراً كبيراً من تصلدها فى الأيام الأولى بعد صبها .

وأن فترة المعالجة تعتمد اعتماداً كبيراً على نوع الأسمنت المستعمل كما تعتمد أيضاً على حالة الجو من حيث الحرارة والبرودة . وفى الأجواء الباردة جداً التى تصل فيها درجة الحرارة إلى التجمد يحتاج الأمر إلى تدفئة المياه المضافة كذلك فى الأجواء الحارة جداً يجب إتخاذ كافة الإحتياطات لمنع حدوث الشروخ والتشققات .

ولما كانت عملية معالجة الخرسانة لايلفت إليها فى كثير من المنشآت أثناء تتابع سير التنفيذ فإن واجب المفتش تحرى الدقة فى ملاحظة هذه العملية للحصول على الخرسانة ذات درجة عالية من الجودة .

وليكن المفتش موجوداً عند إزالة الفرم ليتأكد من وصول الخرسانة إلى المقاومة المطلوبة قبل إزالة الفرم . كما يجب عليه ملاحظة إزالة الشدة تدريجياً حتى تتحمل الخرسانة الأحمال الواقعة عليها تدريجياً ويجب ملاحظة حالة الخرسانة عند إزالة الفرم وذلك من حيث استواء سطحها أو وجود شروخ فيها إلى غير ذلك من الأمور التى سبق ذكرها ، كما عليه أن يصرح باجراء أى ترميم أو أى إصلاح إذا احتاج الأمر .

رابعاً — اختبارات التفتيش الفنى فى مجال الخرسانة المسلحة

(ا) عينات اختبار الخرسانة :

لايجاد مقاومة الضغط للخرسانة يلزم إعداد عينات لإرسالها إلى المعمل لإختبارها . ويتوقف عدد هذه الاختبارات على النتائج المطلوبة والغرض منها وعادة تعمل ثلاث عينات لكل ٢٥٠ متراً مكعباً من الخرسانة وفى أعمال الرصف تعمل ثلاث عينات لكل ١٠٠٠ متر مربع . ومن المستحسن اختبار عينة واحدة من عدة أجزاء من المنشأ لتعطى معلومات أكثر من أخذ العينات من نقطة واحدة . ويجب ألا تؤخذ العينة من معدات نقل الخرسانة فقد يحدث فيها انفصال لمكوناتها عند صبها وحينئذ لا تمثل العينة الخرسانة المصبوبة تمثيلا حقيقياً . لذلك يجب أخذ العينات من عدة أماكن متفرقة من الفرم قبل تصلد الخرسانة . ويجب أن تمثل العينات المأخوذة لأغلب الخرسانة المصبوبة فلا تؤخذ عينات فى بدء أو نهاية العمل . كما يجب أخذ العينات فى أوقات غير منتظمة وبدون إنذار حتى لا نعطى فرصة للعمال لإعداد خلطات قياسية تؤدى إلى الحصول على عينات لا تمثل الواقع ويجب أن تبين بالتقارير المرفقة بالعينات الأماكن التى أخذت منها العينات والشكل العام للعينة وأية معلومات أخرى كمصدر الركام ونوع الاسمنت وقوام الخرسانة ودرجات الحرارة وغير ذلك من المعلومات التى يحتاج اليها من يقوم بعمل الاختبارات .

وتوضع عينات الخرسانة فى أوعية من مادة لا تنفذ منها المياه ولا تمتصها ثم تخلط وتقلب العينة إلى الحد الذى

نضمن به أنها قد أصبحت متجانسة وتوضع بعد ذلك فى القوالب التى يجب أن تكون من مادة لا تنفذ منها المياه ولا تمتصها حتى نتلافى فقد أى كمية من ماء الخلط وذلك للمحافظة على نسبة الماء الموجودة أصلا فى الخرسانة . ويجب أن تتم عملية أخذ العينة وإعادة خلطها ووضعها فى القوالب فى أسرع وقت ممكن خشية حدوث تبخر الماء وفقد نسبة من الماء ومن ناحية أخرى فقد يحدث تصلد للعينة ذاتها .

وتستعمل عادة لإجراء إختبار الضغط عينات مكعبة طول ضلعها ١٥٫٨ سنتيمتر (مساحة السطح ٢٥٠ سنتيمتر مربع) أو عينات اسطوانيـــة ١٥ × ٣٠ سنتيمتر وتصب العينات فى القوالب حسب الخطوات الآتية :

١ — تصب العينة فى القالب على ثلاث طبقات .

٢ — تدمك كل طبقة قبل وضع الطبقة التالية بدقها ٢٥ دقة بواسطة قضيب خاص من الصلب قطره ١٫٥ سنتيمتر وطوله ٦٠ سنتيمتر .

٣ — يسوى السطح بعد دمك الطبقة الثالثة ثم تغطى العينة لمنع حدوث أى تبخر للماء .

وتستعمل لإجراء اختبارات الإنحناء عينات مقطعها ١٥ × ١٥ سم بحيث يكون محورها الأطول أفقياً وخطوات ملء القوالب بالخرسانة كما يأتى :

١ — تصب العينة فى القالب على طبقتين .

٢ — تدمك كل طبقة بدقها ٥٠ دقة لكل قدم مربع بواسطة قضيب الدمك .

٣ — بعد دمك كل طبقـة يستخدم المسطرين لتسوية جانبى ونهايتى القالب .

٤ — يسوى السطح العلوى للخرسانة بواسطة لوح من الخشب ثم يغطى السطح بواسطة خيش مبلل مع المحافظة على جعله مبللا حتى يتم إخراج العينة من القالب .

ويمكن الرجوع إلى التفصيلات الخاصة بتحضير عينات اختبار الخرسانة للضغط والإنحناء إلى المواصفات القياسية برادو. وعندما عمل اختبار الضغط على خرسانة مقاس حبيبات ركامها أكبر من ٤ سم فانه من المتبع نخل الخرسانة على مهزة فتحاتها ٤ سم مع أخذ الجزء المار منها وعمل الاختبار عليه . وقد نقوم بعد ذلك بعمل التصميمات على نتائج الإختبار للحصول على مقاومـــة الضغط للخرسانة الأصلية .

ويجب الحرص عند تداول العينات حتى بعد تصلد الخرسانة وذلك لأن العينات بعد فترة الشك وقبل أن تتصلد بدرجة كافية قد تتعرض للتالف نتيجة لهزها أو لحدوث أى حركة أخرى . ويجب ترطيب العينات اللازمة لاختبار مدى مطابقة المعمل لمقاومة الخرسانة وحفظ هذه العينات فى درجة حرارة من ٢٥ إلى ٣٠° م .

ومن المعروف أن العينات الصغيرة تتأثر بالعوامل الجوية أكثر من تأثير الخرسانة الموجودة فى المنشأ لذلك يلزم تعديل ظروف التخزين إذا أريد دراسة تأثير العوامل الجوية حتى تماثل الظروف المحيطة بالخرسانة فى المنشأ .

وقبل إرسال العينات إلى المعمل يجب التأكد من أن جميع العينات قد تصلدت ويجب بقاء درجة الرطوبة بالعينة أثناء شحنها . أما العينات التى تم معالجتها فى موقع العمل فيجب ألا ترسل إلى المعمل قبل أن يمر على الأقل ثلاثة أرباع مـــدة التخزين . ويجب أن يرفق بكل عينة بيانات تفصيلية عنها كما سبق ذكره .

(ب) المعمل فى موقع العمل :

يتوقف حجم هذا المعمل ومدى العمل الذى يقوم به على نوع وحجم المشروع المزمع تنفيذه ، فالمعامل الكبيرة تقوم باجراء الإختبارات على الخرسانة وموادها المختلفة وقد تقوم بعمل بعض الأبحاث لحالات خاصة تتعلق بالمشروع أما المعامل الصغيرة فتقوم عادة بعمل بعض الاختبارات فقط على ركام الخرسانة كاختبار التدرج الحبيبى والوزن النوعى ونسبة الرطوبة والوزن الحجمى ... الخ .

وتعتبر النتائج المأخوذة من إختبارات المعمل عادة أساس للتحديد والتأكد من مطابقتها للمواصفات ولضبط نسبة المواد فى الخلطة الخرسانية وللاستفادة من المواد المستعملة لأبعد مدى ولتجهيز تقرير مفصل للخرسانة المصبوبة فى كل جزء من المنشأ .

والمواصفات تلزم المقاول باعداد موقع العمل يكون مزوداً بجميع الوحدات اللازمة حتى يتمكن المفتش من القيام بعمله . كما يلزم تجهيز المعمل تجهيزاً مناسباً . وتوضح القائمة التالية الأجهزة والأدوات التى قد تلزم لإجراء التفتيش الفنى فى موقع العمل وقد لا تستعمل جميعها فى عملية من العمليات بينما تحتاج عمليات أخرى إلى معدات إضافية . ويجب العناية بهذه الأدوات وحفظها حتى تظل فى حالة جيدة صالحة للعمل .

قائمة بالمعدات اللازمة لإجراء التفتيش الفنى والإختبار فى موقع العمل

١ — مسطرة جيب ويفضل وجود مقياس بطول ٣ متر .

٢ — شريط من الصلب الخفيف بطول ٢٠ متر .

٣ — مسطرة حاسبة .

٤ — حافة مستوية (القدة) .

٥ — مصباح كشاف .

٦ — ترمومترات مدرجة من صفر إلى ١٠٠° م

٧ — مجموعة من المناخل القاسية قطرها ٢٠ سم ذات غطاء وكفة .

٨ — مناخل بقطر ٤٥ سم للزلط وقطر فتحاتها مثل المناخل القياسية .

٩ — منخل رقم ٢٠٠ لإختبار نسبة المواد الناعمه فى الركام .

١٠ — ميزان قدرته ٥٠ كيلوجرام ويقرأ حتى ٠,١ جرام .

١١ — ميزان قدرته ٢ كيلوجرام ويقرأ حتى ١ر جرام

١٢ — سلة من السلك ووعاء لوزن الركام تحت الماء .

١٣ — لوح ساخن أو فرن لتجفيف الركام ومعدات أخرى لقياس نسبة الرطوبة فى الركام .

١٤ — أداة أخذ عينة من الركام .

١٥ — جهاز تقسيم عينة الركام .

١٦ — أوعية معدنية لإيجاد الوزن النوعى للركام والخرسانة .

١٧ — قالب مخروطى وقضيب للحصول على ركام مشبع بالماء مع بقاء السطح جافا .

١٨ — قنينة كثافة أو بيكنومتر لإيجاد الوزن النوعى ونسبة الرطوبة بالرمل .

١٩ — مخروط ناقص أو كره كيلى لقياس قوام الخرسانة .

٢٠ — قضيب الدمك من الصلب قطره ٥ر١ سم وطوله ٦٠ سم .

٢١ — جهاز قياس محتوى الهواء .

٢٢ — زجاجات وكميات من الصودا الكاوية لإختبار وجود الشوائب العضوية فى الرمل .

٢٣ — عدد من القوالب لعمل الإختبارات على الخرسانة .

٢٤ — أوعية — كريك — مسطرين — جاروف فرشاه — الخ :

٢٥ — نسخ من الرسومات والمواصفات الخاصة بالعمل بصفة مستديمة .

خامساً — سجلات التفتيش الفنى وتقاريره

(ا) إيضاحات عامة :

بينما يتبادر إلى أذهاننا أن كتابة وتسجيل التقارير الخاصة بأعمال المراقبة والتفتيش الفنى من الأعمال الثانوية بالنسبة لدور المفتش أو المراقب وذلك لضبط جودة المنشأ ،

إلا أن هذه التقارير وتلك السجلات لها من الأهمية والدور الفعال ما يستدعى منه العناية والنظرة الفاحصة إذ أن تسجيل هذه التقارير تمكن الجهات المختصة من معرفة حالة وظروف العمل القائم ومدى التقدم فى تنفيذه . كما أن لهذه التقارير أهميه كبرى فى حالة المنازعات أو فى حالة إجراء تعديلات على المنشأ مستقبلا .

ويتوقف عدد ونوع التقارير والسجلات المطلوبة حسب النظام الهندسى وحسب نوع المنشأ ، فالأعمال الصغيرة مثلا لا تستحق من المفتش إهتمام كبيراً بل تحتاج لعمل تقارير مختصرة بالنسبة للتقارير الخاصة للأعمال التى تطلبها المؤسسات الكبيرة أو بالنسبة للأعمال التى تقام فى أماكن متفرقة ويهتم المهندس المقيم عادة بتقارير تقدم العمل وكمية الأعمال التى تمت (وتقدر هذه الأعمال شهريا) ، كذلك يهتم بتقارير المواد المرسلة إلى موقع العمل الموجود فعلا فى الموقع وجارى استخدامها والأعمال الإضافية ، كما يهتم المهندس المقيم بالتقارير العامة الواردة من المقاول عن خططه وطريقة تنفيذ العملية واعتماد الأجزاء المنتهية من المنشأ ، وربما يكلف المهندس بعمل جزء من هذه الواجبات ويقوم المراقب عادة بعمل الاحصائيات الضرورية المختلفة ثم يدون التقارير على هيئة جداول ، ويجب أن تتضمن هذه الجداول تقرير يومى عن اعتماد المواد وعن معايرتها وصب الخرسانات كل أسبوع أو كل شهر وذلك ليشمل الفقرات السابقة .

ويحتفظ المراقب بدفتر للأعمال اليومية يضم سير العمل بوجه عام كما يشمل الأوامر الشفوية التى يصدرها المراقب أو يتلقاها ، كذلك التحسينات الواضحة أو غير العادية .

ويلاحظ أن نموذج الجداول يبسط إلى حد كبير أعمال التسجيل كما يخدم المراقب إذ يسهل عليه مراجعتها لإتمام كل واجباته اليومية ويلاحظ أن ترتيب الفقرات على الورقة يتغير حسب احتياجات نظام العمل مع مراعاة أن تكون سهلة وواضحة .

ويجب أن تعمل تقارير العمل بمعرفة المهندس من صورتين على أن تبقى نسخة بالكربون بمكتب العملية ، وإذا استدعى الأمر طلب عدداً كبيراً من النسخ فيمكن عملها بمكتب المهندس ، وتقوم بعض المؤسسات بطبع ونشر النماذج المختلفة للتقارير اللازم عملها كذلك الأشخاص الذين سترسل اليهم هذه النماذج .

ولسهولة رصد كميات الخرسانة المصبوبة من كل نوع بأجزاء المنشأ المختلفة يجب تنظيم وتحديد أنواع الخرسانات وأجزاء المنشأ المختلفة ، فالخرسانة المستخدمة فى رصف الطريق وتبطين القنوات تحدد بواسطة محطات ، وتحدد خرسانة الخزانات بواسطة البلوكات المرقمة ، وتحدد الخرسانة الخاصة بالمبانى بالأدوار والإصلاحات المستخدمة فى التصميم الإنشائى ، كما تحدد الخرسانة الخاصة بالكبارى بالأكتاف والدعامات وأرقام الفتحات وتمييزها بأجزائها .

ومن واجب المفتش فى حالة وجود عمل فى أكثر من منطقة أن يطلب حاجته من المواد اللازمة التى تغطى العمل متضمناً ذلك فى تقريره . بل يجب عليه عمل أرقام مسلسلة للعينات المأخوذة خلال العمل كذلك للطلبات الخاصة أو عند حدوث أى ظروف غير عادية .

وإذا استدعى الأمر تقسيم عمليات التفتيش على عدد من المراقبين منفصلين فى عمليات الصب والأساسات فيجب أن ترتب التقارير بحيث يقدم كل مراقب تقريراً شاملا عن العمل المكلف به فقط وحينئذ قد توجد بعض فقرات متداخلة فى التقارير أى أن يكتب أكثر من مفتش فى نقطة واحدة وذلك لمطابقة مختلف الأعيرة بالنسبة لمكانها فى المنشأ .

ويحتفظ جهاز العمل المختلفة بتقرير منفصل عن المعايرة بينما يكتفى بملخص عنها فى التقرير اليومى وفى هذا التقرير أرقام مسلسلة للمعايرات الخرسانية بأنواعها المختلفة أى نسبة مكوناتها من زلط ورمل وأسمنت كما يجب تسجيل وقت البدء والإنتهاء لكل مجموعة كذلك كمية الرطوبة بالخلطة كما سجلت أو قيست بالأجهزة الخاصة بذلك . ويجب أن يحتوى التقرير على قراءة العداد الدال على عدد دورات الخلاط ثم مظهر

الخرسانة من حيث تجانسها وليسجل أيضاً قوام الخرسانة الذى يحدد درجة التشغيل ومكان صب الخلطات ، وتستخدم فى المنشآت الكبيرة أجهزة تسجيل أوتوماتيكية تسجل أوزان المعايرات وزمن الخلط وقوام الخرسانة ، ويمكن معرفة كمية المواد المستعملة وكمية الخرسانة الناتجة من هذه التقارير الخاصة بالمعيارات ، كما يجب الاحتفاظ بسجلات المعايرة هذه ومراجعه أجهزة القياس المستخدمة بالإضافة إلى سجلات المعايرة الموجودة .

(ب) السجلات :

١ — سجلات المواد :

يجب تسجيل المعلومات الآتية وكتابة تقرير عنها يومياً :

المواد الموجودة فعلا فى الموقع — كمية الاسمنت المستخدمة المواد المرفوضة وأسباب رفضها وتنص المواصفات على أن يخطر المقاول ممثل المهندس (الملاحظ) بتقارير عن المواد الموردة أولا بأول لتسهيل عملية التفتيش ولمراجعة كمية المواد المستخدمة فى العمل مثل الاسمنت والركام والحديد والتى تدون فى سجلات تجهز على هيئة جدول يشتمل على الفقرات الآتية :

مصدر المواد — الكمية الموجودة فعلا عند نهاية العمل كما يحتوى الجدول أيضاً على خانة ملاحظات الخاصة بتأخير التوريد وحالة التخزين وأقصى فترة تخزين للأسمنت الموجود كذلك المواد التالفة والمواد المتخلفة الباقية ثم المواد المرفوضة .

٢ — سجلات الصب والمعالجة :

لإعداد التقرير اليومى عن مختلف اجزاء العمل القائم يعد جدول كالسابق يتضمن أعمدة خاصة بأجزاء المنشأ المختلفة التى أنجزت فى كل فترة بحيث تملأ خانات الجدول بتواريخ الأعمال الآتية :

إنتهاء الحفر واستلامه — فحص الفرق واستلامها — إتمام رص الحديد واستلامه — صب الخرسانة — بدء المعالجة — نهاية المعالجة — رفع الشدة (الفرم) — ترميم الأجزاء المشوهة — أجزاء المنشأ التى استلمها المهندس .

(ج) التقارير :

١ — التقرير اليومى :

يجب أن يحتوى التقرير اليومى على الفقرات التالية هى ذات أهمية لإتقان العمل .

— المقدمة : التاريخ — العملية — طبيعة ومكان العمل — ممثل المقاول والمراقب .

— المواد : أنواعها — مصادرها — الكميات الواردة (المستعملة — المستهلكة أثناء العمل — المرفوضة مع ذكر الأسباب) والكميات الجارى استعمالها والموجودة فعلا .

— العينات المرسلة إلى المعمل من العملية .

— الاختبارات على الركام بموقع العمل (التدرج — نسبة المواد الناعمة — الوزن النوعى — الامتصاص — نسبة الرطوبة — وحدة الوزن — تأثير الماء على زيادة الحجم — المواد الضارة) .

— نسب المعايرة والخلط (لكل نوع من الخرسانة) : نسب الخلطات — كمية الهواء المحبوس — مدة تشغيل الخلاط — المدة التى نحصل بعدها على خلطة متجانسة — عدد وحجم المعايرات فى الخلطة الواحدة وحساب الحجم الكلى — قوام الخرسانة عند خروجها من الخلاط .

— أجزاء المنشآت المعدة للصب : الحفر للأساسات — دق الخوازيق — قائمة الدعائم عمل الشدات — رص حديد التسليح — الفواصل للمنشأ — الفتحات — الأشاير — الأعمال تحت سطح الأرض .

— الصب : حالة الجو (درجة الحرارة — نسبة الرطوبة — الرياح — السماء — وقت الرصد) — كفاءة ودقة النظام — المعدات — وقت بداية ونهاية الصب — مدة التأخير ، المعايرات غير الطبيعية — أنواع وحجم

الخرسانة المصبونة — أجزاء المنشأ التى تمت .

— اختبارات الخرسانة . قوام الخرسانة فى الفرم — وحدة الوزن — محتوى الهواء — درجة الحرارة وتؤخذ عينات لاختبار المقاومة (تكون ممثلة للخلطة) مرفقاً بها نسب المعايرة — طريقة المعالجة — مدة الاختبار العينات المرسلة للمعمل .

— المعالجة وفك الشدة (لأجزاء المنشأ المختلفة) : تاريخ بدء المعالجة — مدة المعالجة — تاريخ انتهاء المعالجة . فك الشدات مع ذكر تاريخ صب الخرسانة — حالة الأجزاء التى رفعت عنها الشدة — ترميم الأجزاء المشوهة — استصلاح القطاعات التى بها عيوب .

— الأعمال الخاصة :

الحقن ويتم مثلا فى عملية صب الفلنكات الخرسانية سابقة الإجهاد وكذلك فى ترميم الأجزاء المشوهة وخاصة فى خزانات المياه بواسطة أسمنت لبانى تحت ضغط وفى عمل الطرطشة والبروزات الخرسانية المستعملة فى الزينة .

الأعمال الإضافية :

فى العمل والمواد والمعدات .

ويجب أن يعد المفتش تقريراً يومياً بحيث تشير مقدمته عادة إلى مدى تقدم العمل أو تأخره وكذا الحالات غير المرضية فى سيره بالإضافة إلى وجود تفاهم مع المقاول من عدمه . كما يجب أن يحتوى التقرير على المحادثات الهامة والتعليمات الخاصة الواردة إلى آخره من بيانات لم تذكر فى مكان آخر ولكن قد يكون لها أهمية مستقبلا يمكن الرجوع إليها إذا ظهرت نقط غامضة فى العمل .

ويجب أن تكون الملاحظات مختصرة لكن واضحة ولا تكون شخصية فى صيغتها وقد يستدعى الأمر فى بعض الأحيان دراسة التقرير بمعرفة المحكمة فيستعد لذلك مع التوضيح بالرسومات والسكروكيات ذات الأهمية الكبرى فى التقرير اليومى .

٢ — الصور :

تؤخذ الصور على فترات مناسبة حتى تكون حكما لمدى تقدم العمل وتحتل هذه الصور مكاناً هاماً من التقارير الخاصة بالمنشأ . ويجب على المفتش أن يحدد ما إذا كانت الصور الفوتوغرافية مطلوبة وإن كان الأمر كذلك فما هو طبيعتها وعددها . والصور التى تؤخذ تمثل فى العادة تقدم العمل فى فترات منتظمة . وتؤخذ الصور الفوتوغرافية الإضافية إذا دعت الحاجة إليها لتسجيل بعض المعلومات كسطح الحفر أو شكل الشدات وحديد التسليح ولتسجل أيضاً طرق الصب المخالفة أو طرق غير الطبيعية للانشاء .

٣ — التقرير الموجز :

تطلب بعض الهيئات تقريراً مختصراً أسبوعياً أو شهرياً ويتكون هذا التقرير من قسمين رئيسيين :

القسم الأول : وصف الأجزاء البارزة من العمل وصفاً مختصراً واضحاً يحدد مدى تقدم العمل ويكون ذلك بكتابة تقرير مفصل يومياً .

القسم الثانى : الجداول الخاصة بخواص المواد واختبارها ونتائج خطة العمل .

وفى أثناء المراحل التحضيرية للعمل يفضل تسجيل تقدم خطة العمل منذ بدئه وعند انتهائه حتى يضم التقرير كافة الإيضاحات المفصلة مع تزويدها بالصور والرسومات وبعد بدء مراحل العمل المتتالية أثناء تنفيذ المنشأ ، وهكذا نجد أن التقرير عبارة عن شرح واف لطرق وأنواع الشدات المستعملة كذلك الطرق والمعدات المستخدمة فى نقل وتسوية ومعالجة الخرسانة حتى مرحلة التصلد .

أما التقارير التالية فتقوم بمهمة شرح أى تغيير يحدث فى المعدات أو فى طريقة التنفيذ مع التعليق على تقدم العمل . ولعل هذه التقارير تشير إلى الظواهر الخاصة التى تبدو أثناء العمل كذا الصعوبات التى قابلت سير العمل . ويمكن تقسيم هذه التقارير إلى مايلى :

١ — تصحيح عيوب تدرج الركام ويتم هذا بتعيين النسب المضبوطة الواجب إضافتها ونوعها .

٢ — طريقة تبريد الخرسانة ومكوناتها فى الطقس الحار .

٣ — تحسين طرق التعبئة والخلط وقد يكون ذلك باضافة الماء بكميات محددة ثم إضافة المكونات الأخرى للخلاط مع تغيير زمن الخلط أو أذرع الخلاط .

٤ — التغييرات المهمة التى تحدث فى خطة الإنشاء والمعدات المستخدمة وتعديلها وتعديل المواد المستخدمة بالنسبة لها .

٥ — العقبات التى تواجه نقل الخرسانة حيث تفقد جزءاً مما بها من ماء فيؤثر ذلك على قوامها وبالتالى على درجة تشغيلها . ومن العقبات أيضاً حدوث الانفصال الحبيبى مع طرق التغلب عليه .

٦ — الصعاب التى تواجه عملية إعداد مكان الصب فمثلا قد يضطر للحفر فى أرض ضعيفة أو قد يضطر إلى بناء شدات من نوع غير عادى .

٧ — أحوال الصب غير العادية مثل الصعاب التى تواجه صب الخرسانة فى مكان يحتاج لعناية خاصة فى تداولها أو صعوبة صبها فى الشدة المعقدة لصب الخرسانة فى الصوامع القمعية أو الهرمية والتصلب المبكر والصب فى جو بارد أو حار والتفكك الحبيبى والنضح أو زيادة نسبة الماء إلى الأسمنت وقلة نسبة الماء مما يؤدى إلى إنتاج خلطة جافة القوام صعبة التشغيل وقلة الفراغات فى الأسطح المعرضة للجو والطرق المتبعة فى تبطين وتكسية القنوات والأنفاق .

٨ — التطوير فى طرق معالجة الخرسانة وربما يكون من بينها طريقة غير جيدة من حيث تأثيرها على السمك أو تسبب شرخ للخرسانة وقد يكون منها طرق تؤدى إلى التغلب على بعض العيوب .

٩ — نتائج استخدام المركبات اللاصقة بقصد المعالجة وخاصة بالنسبة للتغييرات التى تحدث فى حالة الدهان وتغطية عيوب السطح مثل وجود شقوق . وكذا الإلتجاء إلى الطرق غير العادية فى معالجة الخرسانة وحمايتها من الجو البارد والحار فمثلا قد نضطر إلى تسخين الماء المستخدم فى حالة الجو البارد أو تغطية الخرسانة بطرق خاصة مع إضافة أملاح معينة أما فى الجو الحار فنحتاج إلى كميات من ماء الخلط أكثر حتى لايتبخر كل الماء اللازم لعملية التبلور ويستحسن فى هذه الحالة تغطية السطح بمادة عازلة أو مواد كيميائية .

١٠ — التأخيرات الطويلة فى العمل مع ذكر الأسباب .

١١ — الإختبارات والأبحاث الخاصة التى تمت فى موقع العمل بقصد معرفة قدرة الخلاط أو شدة التماسك عند الوصلات الإنشائية أو لمعرفة تأثير بعض المركبات التى تكون قد استخدمت لتحسين بعض الخواص أو .. الخ .

١٢ — الاحتياطات والتعليمات الهامة للمقاول كذلك احتياجات المقاول .

وتشمل التقارير الشهرية للمشاريع الكبيرة معلومات خاصة بتسليم الأسمنت السايب أو المعبأ فى الشكاير والذى استخدم فى الأعمال الخرسانية .

وكذلك تشير التقارير إلى الكميات الخاصة المستخدمة فى حقن وصلات الإنكماش وحالة الجو ودرجة حرارة الخرسانة ومكوناتها إلى آخره من باقى الخطوات الروتينية المتبعة .

وفى بعض الأحيان يحتوى التقرير على بيان مفصل عن تقدم العمل مدعماً بالكميات المستخدمة ويمكن على ضوئه تصرف الدفعات للمقاول .

ملخص الموضوعات بالقسم الانجليزى

الاهتزاز الطليق تحت تأثير قوى مضاءلة تتناسب مع السرعة

للدكتور المهندس أسامه الخولى

تأثيرات المضاءلة فى المجموعات الدينامية ، والتى تتناسب مع قوة من قوى السرعة ، شائعة فى ميادين التطبيق الهندسى ، وفى المقال تفصيل الطريقتين لمعالجة الحركة الطليقة لمجموعة لها درجة حرية واحدة بها قوة إعادة خطية وقوة مضاءلة تتناسب مع السرعة مرفوعة إلى أس ما وللحلول الناتجة عن كل منهما لانخفاض سعة الذبذبة مع الزمن .

والنتائج مقارنة بحلول ثلاثة دقيقة معروفة لحالات خاصة لإظهار مزايا وعيوب كل منها .

معادلة عامة لحساب انحناء العوارض

للدكتور المهندس صبرى ناشد
والدكتور المهندس شوكت اسماعيل

كثيراً ما تقتضى الحاجة تقوية الأجزاء الضعيفة من الأعضاء المختلفة فى التركيبات الهندسية بتثبيت عوارض جانبية بواسطة مسامير البرشام . وتنطوى الطرق المستخدمة حالياً لحساب الإنحناء — وهو عامل مهم فى تصميم العوارض — على عمليات رياضية طويلة وحسابات معقدة . وقد استنبط الباحثان معادلة عامة يمكن بواسطتها بطريقة سهلة مباشرة إيجاد قيمة إنحناء العوارض عند أى قطاع . وأمكن الوصول إلى هذه المعادلة باستخدام معادلة « عامة » استنبطها الباحثان فى بحث سابق والتى تعطى قيمة الإنحناء عند أى قطاع فى العارض الكابولى المحمل .

وقد أمكن بتطبيق طريقة الحمل المزيف ، وبتقسيم العارض ذى التحميل الحر إلى كابولين مثبتين عند القطاع المراد حساب الإنحناء عنده ، وتطبيق المعادلة العامة السابق ذكرها على كلا الكابولين ، أمكن الوصول إلى معادلة عامة جديدة يمكن عن طريقها حساب إنحنـاء العوارض ذات التحميل الحر عند أى قطاع .

وقد طبقت المعادلة السابقة على مثال عددى لعارض ذى تحميل حر ومقوى بواسطة عارضين جانبيين عن طريق البرشام مع استخدام أعداد مختلفة من مسامير البرشام وقورنت قيم الإنحناء والقوى المؤثرة على مسامير البرشام ومضلع عزم الإنحناء فى كل حالة واستخلص من هذه المقارنة النتائج التالية :

١ — تقل قيمة أكبر إنحناء فى العارض الأصلى بمقدار ضئيل بزيادة عدد مسامير البرشام على ثلاثة .

٢ — يلزم عند اختيار القطر المناسب لمسامير البرشام معرفة أكبر قوة واقعة عليها . وقد تبين من المثال العددى أن هذه القوة — فى حالة استخدام عدد كبير من المسامير — تقع على المسامير المثبتة عند طرفى العارض الجانبى . كما تبين أن قيمة هـذه القوة تساوى تقريباً قيمة القوة الواقعة على المسمار الأوسط فى حالة استخدام ثلاث مسامير فقط . وتبعاً لذلك يمكن اختصار العمليات المطولة عند كثرة عدد مسامير البرشام وإيجاد قيمة أكبر قوة على مسامير البرشام وذلك بحل الحالة البسيطة ذات الثلاث المسامير .

٣ — تتساوى قيمة أكبر عزم إنحناء تقريباً مهما كان عدد مطامير البرشام وإن كان موضع حدوثه يختلف من حالة إلى أخرى .

٤ — تتساوى قيمة أكبر إجهاد فى كلا العارضين الأصلى والجانبى عند زيادة عدد مسامير البرشام على ثلاثة رغم اختلاف أماكن حدوثه .

ويمكن تطبيق هـذه المعادلة العامة المستنبطة فى جميع أحوال العوارض ذات التحميل الحر ، سواء القواة ، منها بعوارض جانبية عن طريق البرشام أو غيره القواة ، مهما تعددت القوى الواقعة عليها .

---

(١) مجلد عام ٦٤ — المجلة العلمية لكلية الهندسة جامعة عين شمس ج. ع. م .

تأثير التغيرات الثانوية فى أطوال الأعمدة
نتيجة الحركة الجانبية على الأحمال

للدكتور المهندس عادل حلمى سالم

يدرس هذا البحث مدى تأثير التغيرات الثانوية فى أطوال الأعمدة نتيجة الحركة الجانبية على الأحمال الحرجة للاطارات المستطيلة المتعددة الطوابق ذات الارتفاعات المتساوية والتى فيها قطاعات الأعمدة منتظمة كذلك قطاعات الكمرات متشابهة .

فعندما تصل الأحمال على إطارمتعدد الطوابق ذى فتحة واحدة إلى القيمة الحرجة وحدث أن تحرك الإطار أى حركة بسيطة فى اتجاه عقرب الساعة مثلا فإنه نتيجة لذلك تزداد قيمة الضغوط على الأعمدة اليمنى فى الإطار وتخف قيمتها على الأعمدة اليسرى مما يتسبب عنه تغيرات ثانوية فى أطوال الأعمدة متساوية فى المقدار ومختلفة فى الاتجاه تزداد قيمتها بازدياد عدد الطوابق فتكون أكبر مايمكن فى الطابق العلوى وأقل ما يمكن فى الطابق الأرضى . هذه التغيرات المتشابهة عكسياً فى أطوال الأعمدة تقلل من زوايا دوران الكمرات الأفقية فى الإطار وبالتالى تقلل من المساعدة التى تقدمها هذه الكمرات للأعمدة مما يتسبب عنه ضعف الإطار وبالتالى انخفاض فى قيمة الحمل الحرج له .

وقد وجد أن تأثير التغيرات الثانوية فى أطوال الأعمدة على الأحمال الحرجة بسيط جداً فى حالة إطار ذى طابق واحد بينما يصبح هـذا التأثير ملموساً بزيادة عدد الطوابق كذلك كلما زادت صلابة الكمرات فى الإطار. وقد استحدث معامل جديد يساوى عرض الإطار مقسوماً على نصف قطر عزم القصور الذاتى للأعمدة وهـذا العامل يعبر عن مدى تأثير هذه التغيرات الثانوية فى أطوال الأعمدة على الأحمال الحرجة وهـذه الأخيرة تقل قيمتها كلما صغرت قيمة هذا العامل .

كذلك أمكن إيجاد حلقة الإتصال بين الإطار ذى الفتحة الواحدة المتعدد الطوابق وبين الأعمدة ذات القطاعات المنفصلة المتصلة ببعضها بألواح رباط . فعندما تقل المسافة بين الأعمدة فى الإطار السالف الذكر نصل بالتدريج إلى الحالة الثانية . وقد أمكن عمل هذه المقارنة بالنسبة لنفس العامل المستحدث فى الحالتين .

هـذا فيما يتعلق بالإطارات ذات القواعد المثبتة ، أما بالنسبة للاطارات ذات القواعد المفصلية فقد وجد أن تأثير التغيرات الثانوية فى أطوال الأعمدة على الأحمال الحرجة بسيط جداً وذلك لأن إتزان الطـابق الأرضى الذى هو أضعف طابق فى الإطار هو الذى يتحكم فى إتزان الإطار كله بغض النظرعن مدى تأثيرالتغيرات الثانوية فى أطوال الأعمدة على الطوابق العليا .

وجدير بالذكر أن هذا البحث عنيف جداً من الناحية الرياضية ويحتـاج إلى مجهود كبير فى حل المعادلات بطريقة التحسيس ولا يوجد أى مرجع علمى له اللهم إلا حالة إطار ذى طابق واحد قواعده مثبتة للعلامة تيموشنكو .

دراسات على الإنكماش القطرى والرأسى فى المساحيق المعدنية المكبوسة

للدكتور المهندس اسماعيل الشنشورى

لقد كان من الملاحظ دائماً أنه عند تلبيد مكبوسات المعادن أن معدل الإنكماش القطرى أسرع من معدل الإنكماش الرأسى . ولقد ظهرت نظريات مختلفة لتفسير هذه الظاهرة أهمها نظرية أ . شيلر . ولقد بنيت نظرية شيلر على أساس أنه أثناء كبس المساحيق المعدنية تشكل المسام الموجود بين جزئيات المعدن بحيث تأخذ شكل بضاوى أو قرص يكون محورها الرأسى موازياً لاتجاه الكبس . ونتيجة لذلك يكون الضغط الناتج عن قوى الشد السطحى أكبر فى الاتجاه القطرى منه فى الاتجاه الرأسى وذلك لشدة الإنحناء أو التقوس فى أركان المسام عن منتصفها ونتيجة لذلك يكون معدل الإنكماش القطرى أكبر من معدل الإنكماش الرأسى .

وفى بحوث لـ ف. لنل وأ. الشنشورى على مساحيق جزئياتها مختلفة الأشكال مكبوسة وغير مكبوسة وجد أن المسام المستطيلة ذات اتجاهات مختلفة وليست موجهة كما ذكر شيلر . بل فى حالة المساحيق ذات الجزئيات المستطيلة (مشرحه) والتى تكون مسامها موجهه وجد أن نسبة الإنكماش القطرى إلى الإنكماش الرأسى ثابته مما يدل على خطأ نظرية شيلر . وبدراسة المساحيق المكبوسة على ضغوط مختلفة وجد أن الضغوط (الإجهادات) الكامنة بين جزئيات المساحيق لها قوة دفع تساعد على تلبيد المكبوسات فى درجات حرارة أقل بكثير من درجة انصهارها .

ويبنى هذا البحث على الملاحظات والنتائج المعروفة بأنه أثناء عملية التلبيد يكون معدل انكماش المساحيق المكبوسة تحت ضغوط منخفضة أكبر من معدل انكماش المساحيق المكبوسة على ضغوط مرتفعة وذلك لأن كثافة المكبوسات ذات الضغوط المنخفضة أقل من مثيلاتها ذات الضغوط المرتفعة .

ومن المعروف أيضاً بأن المكبوسات المعدنية يكون طرفيها العلوى والسفلى ذو كثافة أعلى من كثافة منتصفها ولذلك أثناء تلبيدها وقياس قطرها يكون إبعاد منتصفها أقل من البعدين العلوى والسفلى .

ولقد طبقت هذه المعلومات لشرح ظاهرة سرعة الإنكماش القطرى عن الإنكماش الرأسى على أساس أنه أثناء كبس المساحيق لا يكون توزيع الضغط متناسباً على جميع جزئيات المساحيق وذلك لعدم وجود خاصية نقل الضغط الموجود فى السوائل ، وذلك لاحتكاك الشديد الناتج بين الجزئيات بعضها ببعض وبين السطح الداخلى للضبة (DIE) المستعملة فى عملية الكبس . ونتيجة لاختلاف توزيع الضغط تختلف الكثافة بين منطقة وأخرى مما يجعل وجود اختلاف فى الكثافة فى داخل المكبوسة الواحدة . وعند تقطيع المكبوسات ذات الضغوط الواحدة إلى أجزاء لكى يتسنى قياس متوسط الكثافة بينها وجد أن الكثافة تختلف بين جزء وآخر وأن الاختلاف فى الكثافة بين منطقة وأخرى فى الاتجاه الرأسى أكبر من اختلاف فى الكثافة فى الاتجاه القطرى مما يجعل معدل الإنكماش فى الاتجاه القطرى أكبر من معدل الإنكماش فى الاتجاه الرأسى . كما وجد أن الاختلاف فى الكثافة بين منطقة وأخرى يزيد فى الاتجاه الرأسى عن الاتجاه القطرى بزيادة الضغط المستعمل فى عملية الكبس .

الصرف الرأسى باستعمال الآبار

للدكتور المهندس محمود عبد الحليم أبو زيد

تستدعى الضرورة فى كثير من الحالات استعمال الآبار فى صرف بعض الأراضى الزراعية للظروف الطبيعية للتربة باعتبار ذلك حلا أمثل لتحسين الصرف بها .

ومن تلك الحالات صعوبة استعمال المصارف المغطاة أو المكشوفة فى الصرف لوجود طبقات صماء على أعماق قريبة من سطح الأرض .

واستعمال الصرف بالآبار فى بعض الحالات الأخرى يكون ذا فائدة اقتصادية كبيرة إذا سمحت درجة ملوحة المياه المسحوبة من هذه الآبار للرى بها رياً مباشراً أو بخلطها بمياه الرى السطحية .

ويناقش هذا البحث أهم العوامل التى يجب مراعاتها عند تصميم مشروعات الصرف بالآبار ؛ كما يحتوى على بعض الاستنتاجات بالحلول الرياضية لتصميم مجموعات الآبار فى كل من حالة الثبوت وحالة عدم ثبوت انتظام حركة المياه الجوفية ، وتتضمن هذه الاستنتاجات الرياضية ما يلى :

أولا — بعض الحلول البيانية لحالة ثبوت انتظام حركة المياه الجوفية ، وهذه توفر كثيراً من الجهد والوقت إذا قورنت بالطرق الرياضية المعروفة .

ثانياً — معدلات لحالة عدم الثبوت لتنظيمات الآبار فى خط مستقيم واحد لأى عدد من الآبار ، ثم فى خطين مستقيمين متوازيين ثم لثلاثة خطوط ، ثم على محيط دائرة بأى قطر لأى عدد من الآبار أيضاً .

ومعدلات حالة عدم الثبوت يمكن تطبيقها فى حساب الوقت اللازم لخفض منسوب سطح المياه إلى العمق اللازم طبقاً لما تقتضيه طبيعة النبات .



Dr. SHAWKAT A.K. ISMAIL :

— B.Sc. Mech. Eng. 1949, University of Alexandria.

— M.Sc. Mech. Eng. 1952, University of Alexandria.

— Ph.D. Mech. Eng. 1956, University of Sheffield, England.

— Lecturer, Mech. Dept., Ein Shams University.



Dr. MAHMOUD A. ABU-ZIED :

— B.Sc., Civil Eng. 1957, Cairo University

— M.Sc., Irrigation, 1960, University of California, U.S.A.

— Ph.D., Engineering Hydrology, 1962, University of California, U.S.A.

— Engineer, Dept. of Ground Water Research, Ministry of Irrigation.



Dr. ISMAIL EL-SHANSHOURY :

— B.Sc. Chem. Eng., Faculty of Engineering, Alex. University, 1957.

M.Sc. Metallurgical Engineering, North Carolina, U.S.A., 1960.

— Ph.D. Metallurgical Engineering, R.P.I., N.Y., U.S.A., 1962.

— Lecturer, Atomic Energy Establishment.

ABOUT THE AUTHORS





Dr. OSAMA EL-KHOLI :

— B.Sc. Mech. Eng., Faculty of Engineering, Cairo University, 1944.

— D.I.C. (1946), Ph.D. (1951), London University.

— Assistant Professor, Faculty of Engineering, Assiout University.



Dr. SABRI NASHED :

— B.Sc. Mech. Eng., Alexandria University, 1950.

— M.Sc. Mech. Eng., Alexandria University, 1954.

— Lecturer, Faculty of Engineering, Ein Shams University, Cairo.

— Ph.D., Sheffield University, 1959.

REFERENCES

1. E. Hala, J. Pick, V. Fried, O. Vilim, Vapour - Liquid Equilibrium, Pergamon Press, London, 1958.

2. W. Swietoslawski, K. Zieborak, W. Brzostowski, Bull. Acad. Polon. Sci. Cl. III, 5 (1957), 305.

3. A.F.M. Fahmy, F.A. Assal, Physico-Chemical Investigations on Selected Coal Tar Components. II. Vapour-Liquid Equilibria in Binary Systems, Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim., 13 (1965).

4. G. Riethof, U.S. Pat. 2,385,016 (Aug. 21, 1945).

5. D.F. Othmer, S.A. Svitt, Ind. Eng. Chem., 40 (1948).

6. A.F.M. Fahmy, F.A. Assal, physico-chemical Investigations on Selected Coal Tar Components. I. Binary Systems Formed by Phenol and 2,4-Lutidine with Normal Paraffins, Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Chim., 13 (1965), 000.

7. D.P. Biddiscombe, E.A. Coulson, R. Handley, E.F.G. Herington, J. Chem. Soc., (1954), 1957.

8. K.H. Engel, U.S. Pat. 2,426,442.

9. W. Swietoslawski, Ebulliometric Measurements, 3rd ed., Reinhold Publishing Corp., New York, 1945.

10. C.P. Marleunand, A.J. Kiddick, Anal. Chem., 23 (1951), 337.

11. W. Brzostowaki, Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Geol. et Geogr., 6 (1960), 291.

Table (9) — *Phenol-4-Picoline System*

T, °C	x, mole %	y,
182.15	0	0
184.00	9.75	3.21
184.15	16.65	7.82
188.80	23.73	16.20
190.43	28.81	24.10
190.70	33.32	37.85
189.50	36.70	45.68
185.80	42.00	62.93
177.74	52.20	82.63
170.50	57.83	91.50
165.80	61.62	93.85
157.71	70.00	97.62
150.64	80.03	97.60
147.41	88.30	98.90
144.90	100.00	100.00

Table (10) — *Phenol-2,4-Lutidine System*

T, °C	x, mole %	y,
182.15	0	0
183.49	7.03	2.53
185.43	15.69	6.97
188.79	24.47	15.00
192.13	33.00	26.68
193.42	37.06	34.73
190.30	42.97	45.23
191.84	46.31	50.63
188.39	52.00	59.21
183.04	55.89	67.90
176.63	59.32	76.70
171.92	64.42	82.31
167.13	71.58	87.95
161.40	84.98	93.68
159.00	100.00	100.000

Table (11) — *Phenol-2,6-Lutidine System*

T, °C	x, mole %	y,
182.15	0	0 00
183.25	8.25	4.00
184.06	13.00	7.30
185.40	18.75	13.50
186.70	25.70	23.00
186.81	28.28	31.50
186.32	31.40	34.92
184.20	38.00	47.10
180.04	45.00	61.48
175.35	49.96	72.90
166.00	56.31	88.00
159.02	62.28	93.82
150.43	74.85	98.28
145.93	86.52	99.80
144.00	100.00	100.00

Table (12) — *Phenoe-2,4,6-Collidine System*

T, °C	x, mole %	y, mole %
182.15	0	0
183.00	10.49	2.09
185.81	21.14	9.68
189.33	29.68	20.35
192.40	37.48	31.40
193.75	42.10	37.72
194.50	45.63	42.30
194.81	48.00	51.00
194.29	51.36	54.62
191.49	58.10	65.57
186.02	65.00	79.12
180.16	74.00	89.02
173.54	89.33	97.52
171.20	100.00	100.00

Table (13) — *Binary Phenol-Pyridine Base Azeotropes*

Base	Azeotrope b.p., °C	Azeotrope Base Content, mole %
Pyridine	183.95	17.7
2-Picoline	185.69	22.9
3-Picoline	187.50	27.9
4-Picoline	191.02	31.81
2,6-Lutidine	186.95	26.68
2,4-Lutidine	193.59	38.33
2,4,6-Collidine	194.89	47.95

small amounts up to about 60 mole per cent and the equilibrium temperature was taken and the vapour and liquid compositions were determined. The equilibrium curve was completed in another measurement starting with the base as the charge of the apparatus. Beckmann and Anschutz thermometers graduated in 0.01° and 0.1° intervals, respectively, were used. Atmospheric pressure fluctuations were measured by means of a barometric ebulliometer filled with 2,4-lutidine, which was selected for its highest tonometric coefficient among the bases involved (Table 1) The b.ps. were corrected for 760 mm. Hg.

RESULTS

Seven binary systems of phenol with pyridine, 2-picoline, 3-picoline, 4-picoline, 2,4-lutidine, 2,6-lutidine and 2,4,6-collidine were investigated (Tables 6-12). For phenol-pyridine and phenol-2,4,6-collidine, i.e. the systems with the lowest and highest boiling base investigated, the data are presented graphically as the T-x-y and x-y diagrams (Figs. 1 and 2). All the systems investigated were found to be of the negative azeotrope type. The azeotrope base content is seen to increase as the b.p. of the methylpyridine homologue increases; 2,6-lutidine is the only exception (Table 13). For phenol-3-picoline, phenol-4-picoline and phenol-2,6-lutidine, the present azeotropic date are in good agreement with agreement with Othmer's[5]

Table (6) — *Phenol-Pyridine System*

T, °C	x, mole %	y,
182.15	0	0
182.52	6.12	1.95
183.12	12.00	6.31
183.73	16.02	12.32
183.73	18.73	21.70
183.10	21.68	26.65
177.63	31.72	44.28
170.20	39.68	59.31
158.75	47.25	76.63
146.25	53.03	90.00
136.02	60.59	94.82
127.19	71.02	96.07
117.88	88.23	98.09
115.40	100.00	100.00

Table (7) — *Phenol-2-Picoline System*

T, °C	x, mole %	y,
182.15	0	0
182.91	6.99	2.46
184.11	14.52	7.74
185.07	18.97	13.00
185.49	20.90	16.72
185.21	25.62	31.02
182.54	31.73	44.69
176.23	38.58	61.52
166.81	43.95	74.00
157.46	48.95	83.75
149.08	58.03	92.83
142.59	67.00	96.07
133.52	83.03	97.32
129.20	100.00	100.00

Table (8) — *Phenol-3-Picoline System*

T, °C	x, mole %	y,
182.15	0	0
182.41	7.74	2.20
184.45	13.40	7.52
185.81	1892	12.76
187.12	24.80	20.06
187.20	29.45	35.58
185.59	35.62	46.71
182.52	42.00	59.75
178.19	47.68	71.02
173.44	50.06	80.09
166.63	55.00	89.83
155.42	70.02	96.88
147.33	82.34	98.30
143.20	100.00	100.00

II. VAPOUR-LIQUID EQUILIBRIA IN PHENOL-CONTAINING SYSTEMS

INTRODUCTION

Of the existing methods[1] for determining vapour-liquid equilibria, the Swietoslawski method[2] was adopted in the present investigations. The method and its advantages were described earlier[3] Binary azeotropes have been reported [4,5] between phenol and 3-picoline, 4-picoline and 2, 6-lutidine; data were desired for hitherto non-investigated binary phenol-pyridine base systems involving pyridine, 2-picoline, 2,4-lutidine and 2,4,6-collidine.

EXPERIMENTAL

Materials :

High-purity phenol was distilled through a laboratory glass helice-packed column to yield the ditillate boiling at 182.15°/760 mm. Commercial reagent-grade 2,4-lutidine was purified as described earlier[6]. Commercial specimens of pyridine, 2-, 3- and 4-picoline and 2,6-lutidine were purified after[7]. Impure 2.4,6-collidine was purified from isomers by fractional crystallization of the hydrochlorides[8]. Pure 2,4,6-collidine hydrochloride obtained by recrystallization from the free base sublimed at 255°, the picrate melted at 152°, The b.p., m.p., ebulliometric purity degree (∂t) [9] and tonometric coefficient of the substances investigated are listed in Table (5).

Analysis :

Analysis of the binary mixtures was attempted by determination of a physical property, e.g. n_D^{25} (Table 1), but none proved adaptable for the systems investigated. A combination of physical (viscosity[5], phase diagram, or density) and chemical methods was resorted to, e.g. the picoline was titrated with 1 N hydrochloric acid against bromphenol blue as indicator after phenol had been removed from the mixture the lutidine was titrated with 0.1. N perchloric acid in acetic acid as solvent in the presence of crystal violet as indicator[10].

Technique :

The modified Swietoslawski apparatus[11] was filled with 35 ml. of phenol containing ?-4 mole per cent of the base depressing the m.p. of the mixture. The base was dosed in

Table (5) — *Properties of the substances used*

Substance	M.p., °C	B.p., °C	t, °C	dt/dp	n_D^{25}
Phenol	−41.0	182.15	0.002 (V)	0.04981	1.4998
Pyridine	−42	115.40	0.006 (IV)	0.04535	1.5068
2-Picoline	−66	129.20	0.009 (IV)	0.04695	1.4980
3-Picoline	−18	143.20	0.044 (III)	0.04871	1.5036
4-Picoline	− 3.8	144.90	0.044 (III)	0.04885	1.5030
2,6-Lutidine	− 6.7	144.00	0.012 (IV)	0.04700	1.4954
2,4-Lutidine	−68	159.00	0.011 (IV)	0.04984	1.4982
2,4,6-Collidine	−45	171.20	0.082 (III)	0.04967	1.4959

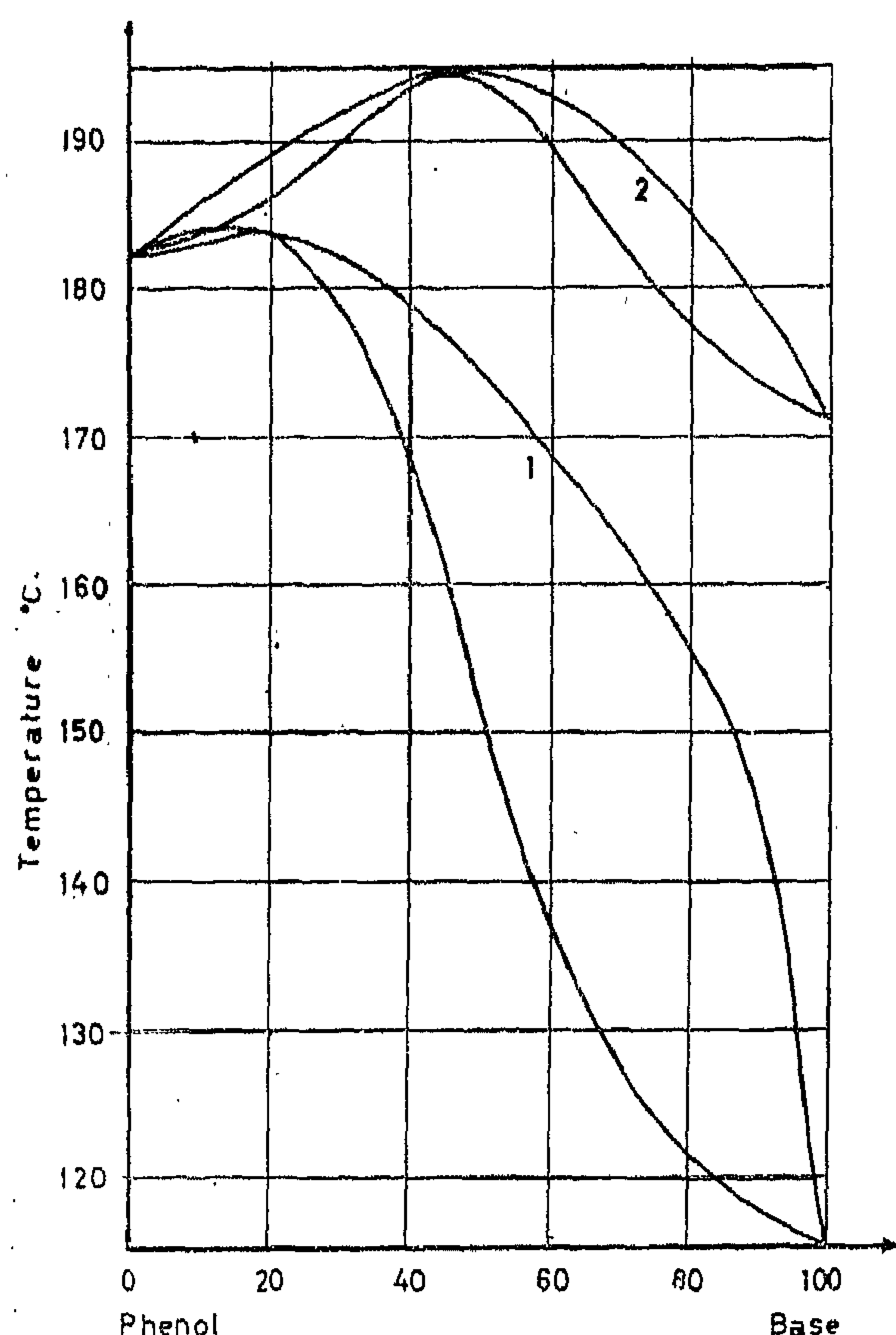


Fig. (5) Temperature - Composition diagrams for the systems :
(1) Phenol - pyridine.
(2) Phenol - 2,4,6 Collidine.

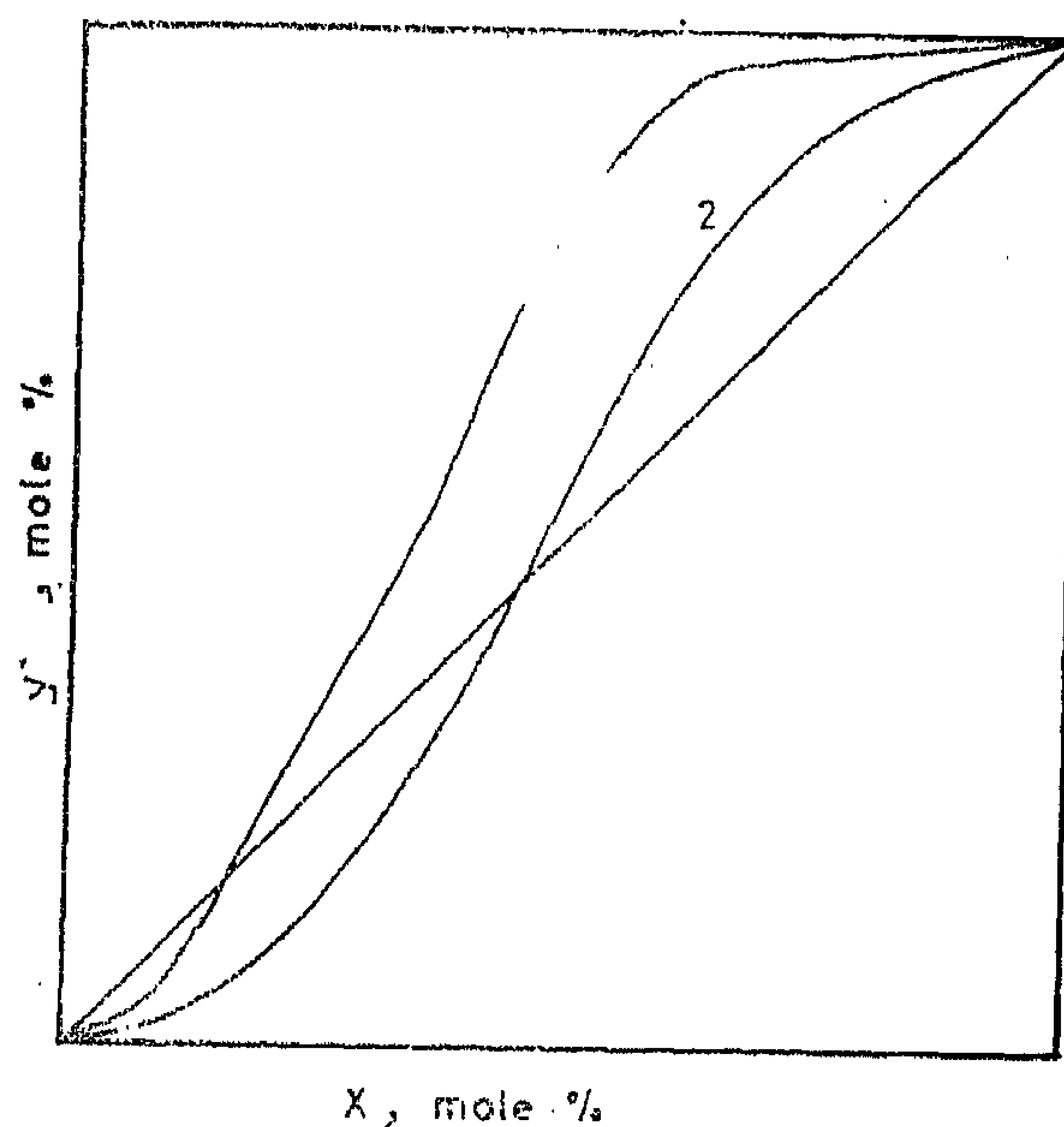


Fig. (6) Vapour - Liquid equilibria for systems.
(1) Phenol - pyridene.
(2) Phenol - 2,4,6 Collidine.

REFERENCES

1. A. Kofler, Schmelzgleichgewichte in Orgenischen Systemen, in Landolt-Bornstein, 6th ed., vol. II, part 3, Springer Verlag, 1956, pp. 350-387.
2. C. D. Hodgman, ed., Handbook of chemistry and physics, 44th ed., Chemical Rubber Publishing Co., Cleveland, Ohio, 1961.
3. S. Glasstone, Textbook of physical chemistry, Macmillan and Co., London, 1948.
4. L. Kofler, A. Kofler, Thermo-Mikromethoden zur Kennzeichung organischer Stoffe und Stoffgenische, 3 ed., Verlag Chemie, Weinheim/Bergstrasse, and Universitatsverlag Wagner, Innsbruck, 1954.

ing mixtures containing the components in approximately molecular proportions. The two eutectic temperatures evaluated graphically are 12.3° and the 25.5°, and the eutectic mixtures contain 25.0 and 67.5 mole per cent of 1-naphthylamine, respectively. For the phenol-p-toluidine system (Table 3, Fig. 3), the respective eutectic temperatures are 6.3° and 19.7° and the composition 23.8 and 69.7 mole per cent. In this system additional difficulties arose, attendant on the existence of two crystalline forms of the molecular compound.

In fact, the intermediate branch is enveloped by another curve not indicated in the diagram (Fig. 3).

For the phenol-picric acid system (Table 4, Fig. 4), the two eutectic temperatures are 36.1° and 80.2°, and the eutectic mixtures contain 5.6 and 57.0 mole per cent of the acid. Except for a much extended intermediate f.p. curve, the system has no other peculiar features as compared with the foregoing systems.

Table (3). — *Phenol-p-Toluidine*

p-Toluidine, mole %	F.p., °C	p-Toluidine, mole %	F.p., °C
0.0	41.0	41.7	25.9
6.1	35.0	45.8	27.8
12.0	28.8	47.0	28.0
16.3	23.0	49.9	28.5
19.2	17.8	55 1	27.6
21.5	13.1	60.0	26.0
23.1	7.8	70.0	20.2
29.0	15.1	75 6	25.4
31.2	19.8	85.4	34.2
35.4	22.9	100.0	43.8

Table (4). — *Phenol-Picric acid*

Picric acid, mole %	F.p., °C	Picric acid, mole %	F.p., °C
0.0	41.0	50.1	82.5
5.1	36.1	55.2	81.6
8.0	47.2	60.0	83.0
11.3	56.5	69.9	92.0
18.4	66.3	75.0	97.5
30.0	77.1	85.0	107.8
41.2	81.4	100.0	121.8

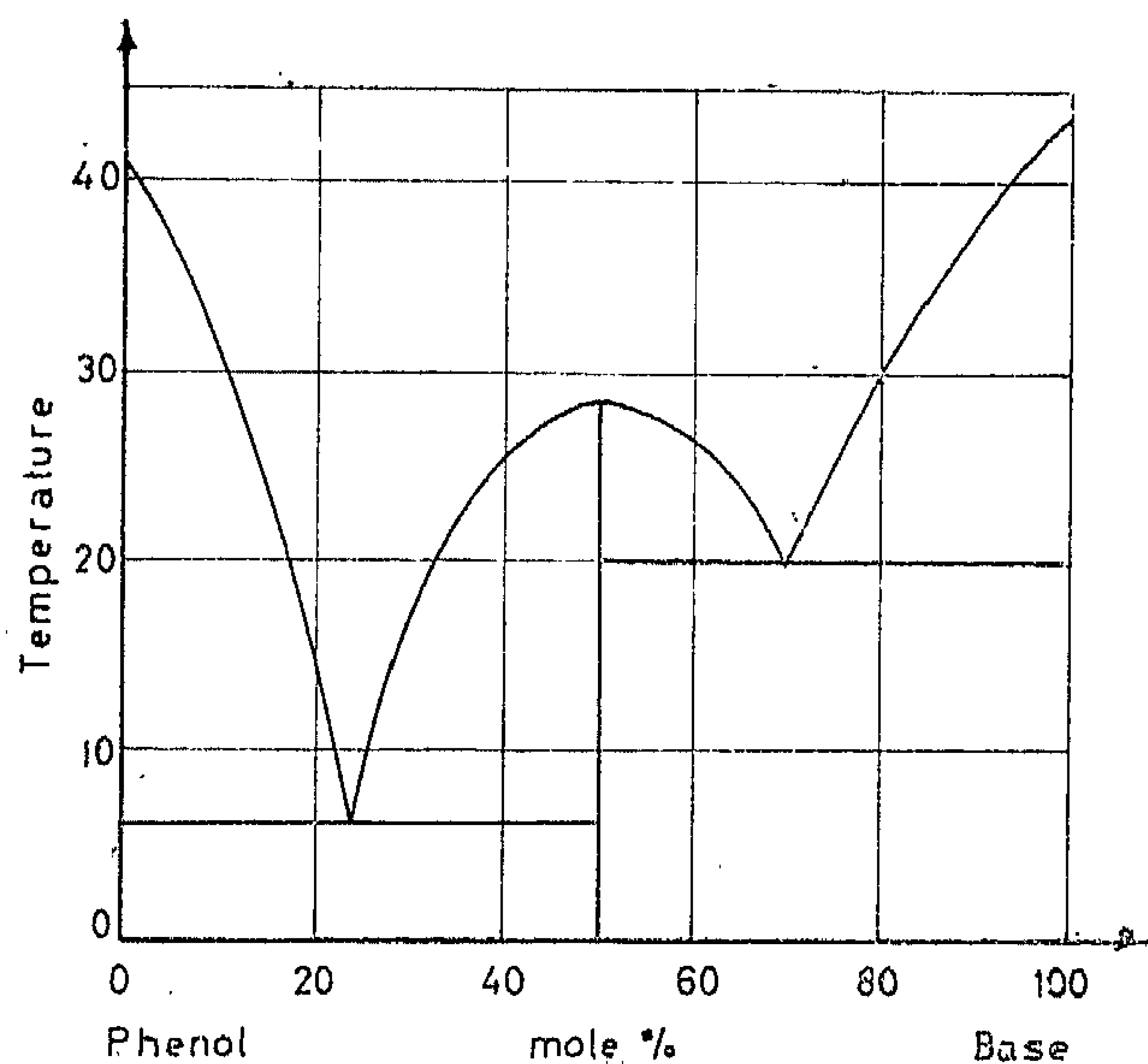


Fig. (3). Solid – liquid equilibrium for phenol – p – toluidine.

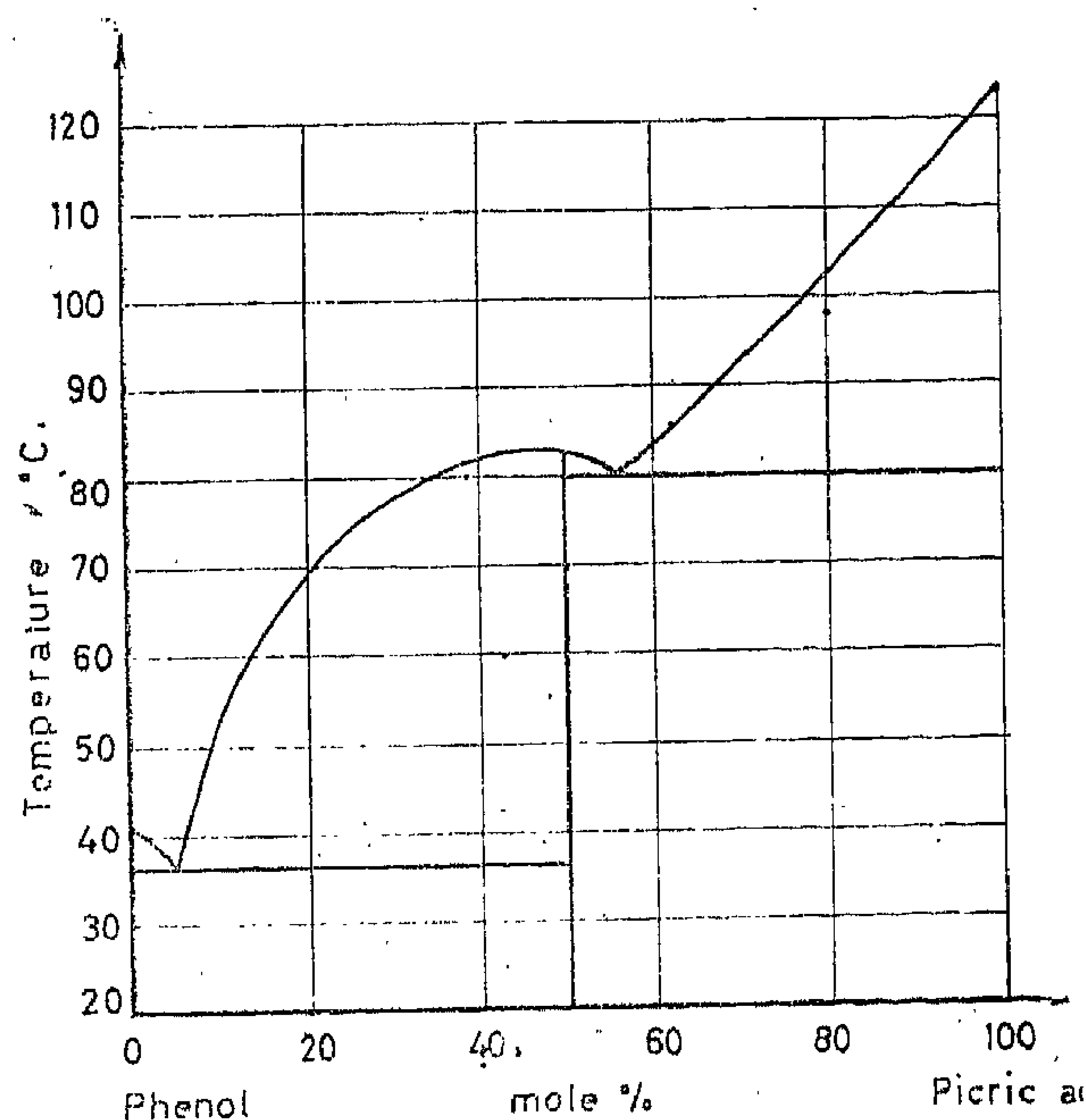


Fig. (4) Solid – liquid equilibrium for phenol – picric acid

Table (1). — *Phenol-Diphenylamine*

Diphenylamine, mole %	F.p., °C	Diphenylamine, mole %	F.p., °C
0.0	41.0	43.0	25.0
4.4	37.0	50.0	28.5
10.0	33.0	58.0	33.9
13.3	30.0	61.0	34.6
17.3	28.1	72.0	38.9
25.0	22.5	80.1	43.9
29.8	19.7	92.3	49.1
33.1	18.2	100.0	53.0

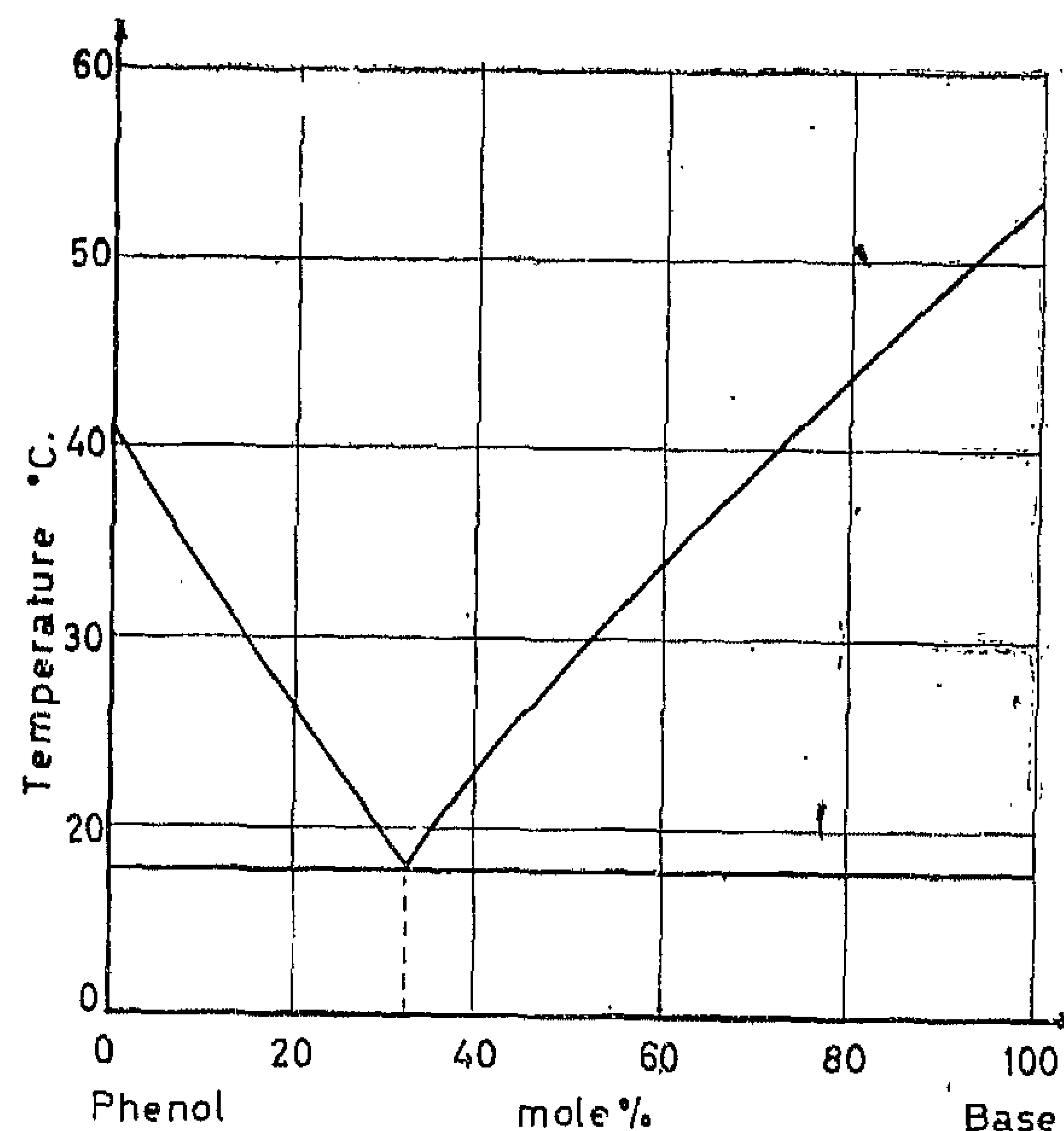


Fig. (1) Solid-liquid equilibrium for phenol-diphenylamine.

nylamine. The other systems, viz., phenol-1-naphthylamine, phenol-p-toluidine and phenol-picric acid, exhibit compound formation. Each systm produced an intermediate compound on the f.p.-composition curve, known as the congruent melting point, at approximately 50 mole per cent, this fact being characteristic of the 1:1 molecular combinations formed.

In the phenol-1-naphthylamine system (Table 2, Fig. 2 extremely low rate of crystallization enabled portions of the first and third branches of the f.p. curves to be extended below the eutectic temperatures. Also the molecular compound could be obtained by cool-

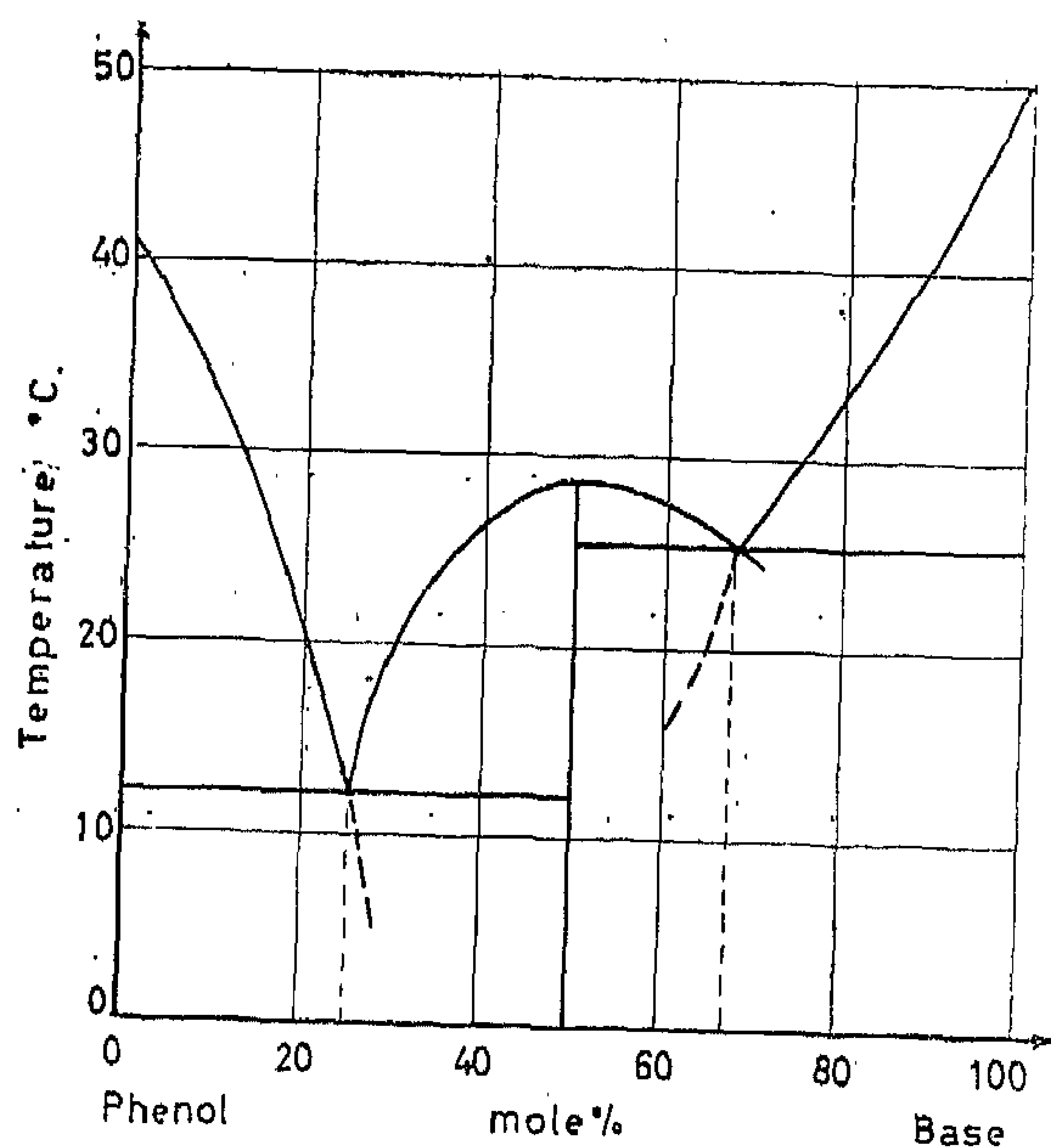


Fig. (2) Solid-liquid equilibrium for phenol-1-naphthylamine.

Table (2). — *Phenol-1-Naphthylamine*

1-Naphthyl-amine, mole %	F.p., °C	1-Naphthyl-amine, mole %	F.p., °C
0.0	41.0	58.1	27.4
6.7	35.0	61.0	15.9
12.1	29.8	64.8	24.5
18.7	21.6	65.8	21.3
	17.6	70.7	24.7
22.5	16.2	78.1	31.3
	16.9	85.4	37.1
25.1	16.0	92.0	44.0
	13.3	100.0	49.8
	20.1		
28.0	5.3		
45.0	28.1		
51.0	28.6		

BINARY SYSTEMS OF PHENOL

By

Dr. F. A. ASSAL
Assistant Professor,
Faculty of Engineering, Cairo University

I. SOLID-LIQUID EQUILIBRIA IN PHENOL-CONTAINING SYSTEMS

INTRODUCTION

In the course of the present author's investigations on phenol and its derivatives, it became necessary to examine solid-liquid equilibria in several binary systems of phenol with certain amines as also with other compounds. The f.p. curves obtained appear to be of more general interest, especially as molecular compound formation is concerned. The up-to-date literature[1] lacks any solid-liquid equilibrium data on the systems investigated.

EXPERIMENTAL

Materials :

Commercial reagent-grade substances were purified by fractional distillation or crystallization from suitable organic solvents, or both, to afford phenol, m.p. 41.0°, diphenylamine, m.p. 53.0°, p-toluidine, m.p. 43.8°, and picric acid, m.p. 121.8°. The m.ps. obtained are in excellent agreement with the best literature data[2] and were therefore considered to be the proof of adequate purity of the substances for the present investigations. No further determinations of purity were carried out.

Technique :

The classical Beckmann technique[3,4] was adopted for determination of the freezing points. Preweighed quantities of the components were mixed together, placed in a water- or glycerin-thermostated tube and the fused mixture was allowed to cool at a uniform rate, which was reduced in the vicinity of the freezing point. In most cases excessive surfusion was avoided by seeding the melt with an appropriate solid. Anschutz thermometers graduated in 0.1° intervals were used, and temperature was read to within 0.1°. The over-all temperature and composition accuracies were estimated at 0.1-0.5° and 0.5-0.8 mole per cent, respectively. Occasionally, the freezing point data were checked by the Rheinboldt thaw-melt method[3], which involves heating, instead of cooling, of the mixture of known composition. A well-mixed "synthetic" sample — made by melting, resolidifying and grinding — was heated slowly in a wide capillary tube and the temperature at which the last trace of solid disappeared, viz., the melt point, was recorded. Averages were calculated and plotted against composition in temperature-mole per cent diagrams.

RESULTS

Of the systems investigated, the phenol-diphenylamine system (Table 1, Fig. 1) is of the ideal eutectic type.

The eutectic temperature evaluated graphically is 17.8° and the eutectic mixture contains about 32.9 mole per cent of diphe-

REFERENCES

1. A.J. Shaler, Trans. AIME 185, p. 796 (1949).

2. F.V. Lenel, H.H. Hausner, E. Hayashi, and G.S. Ansell, Powder Metall. Joint Group No. 8, p. 25 (1961).

3. F.V. Lenel I.A. El-Shanshoury, H.H. Hausner, and G.S. Ansell, Powder Metall. Joint Group No. 10 (1963).

4. C.G. Goetzel, Treatise on Powder Metallurgy, Vol. 1, Easton, pa., p. 508 (1949).

5. R. Kamm, M. Steinberg, and J. Wulff, Trans, AIME 171, p. 439 (1948).

6. R. Kamm, M. Steinberg, and J. Wulff, Metal Technol., 15, No. 8, T.P. 2487 (1948).

7 P. Duwez and L. Zwell, Trans. AIME 185, p. 137 (1949).

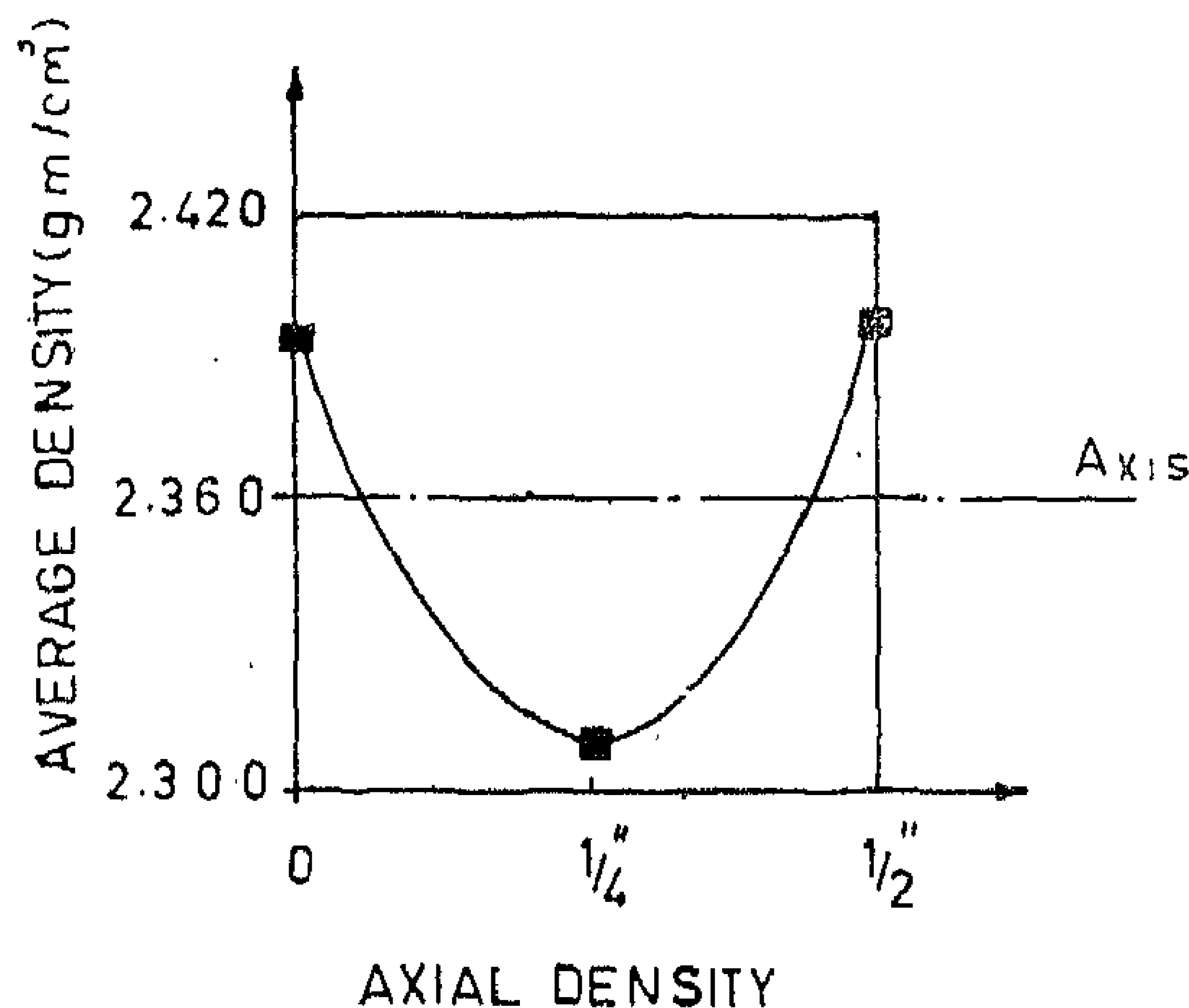


Fig.8. AVERAGE DENSITY AS A FUNCTION OF AXIAL DESTANCE FOR COMPACTS PRESSED AT 20,000 Psi

From these figures it is clear that the gradient is steeper in the sides i.e. on the external part of the compact (2.1% for 15,000 psi and 3.5% for 20,000 psi pressure) than in the top and bottom parts (1.5% for 15,000 psi and 3.5% for 20,000 psi pressure). That is, the density gradient is steeper in the axial direction than in the radial one.

Comparison of the density gradient between the compacts pressed at 15,000 psi and 20,000 psi shows that the steepness of the gradient in both directions increases as the compacting pressure increases. For example, the gradient in the axial direction is 2.1% for 15,000 psi versus 3.5% for 20,000 psi pressures and 1.5% for 15,000 psi in the radial direction versus 1.7% for 20,000 psi compacting pressures. The reason for these results, in addition to the friction provided by the die-walls, is that during compaction the powder resists the transmission of the pressure as the compacting pressure increases because of the amount of cold work introduced inside the powder particles and between the adjacent particles. This results in lower densities on the central sides than on the top ones.

The centres of the compacts' core have a little higher densities than the centres of the external parts because of the overlapping of the pressures transmitted from the top and bottom ends since the compacts are pressed from both sides. These results are in accordance with those obtained by Kamm and Wulff[5,6]. They found that: 1. if the compact is cut diametrically from its centre the distribution of the density is almost symmetrical in the two halves; 2. in each half of the compact the density decreases as one goes radially from the external sides towards the centres of the core; 3. the densities overlap in the centres of the cut sections of the compact's core; 4. the core density of each half decreases as we go axially from the top or bottom sides towards the centre of the core. The work done by Duwez and Zwell[7] on the pressure distribution in compacting metal powders also supports the experimental values obtained.

CONCLUSION

1. The fact that the radial shrinkage (in/in) is higher than the axial one can be explained by the difference in density gradient.

2. The density gradient is steeper in the axial direction than in the radial and therefore, the radial shrinkage is faster than the axial one.

3. The steepness of the gradient increases with increasing the campacting pressures.

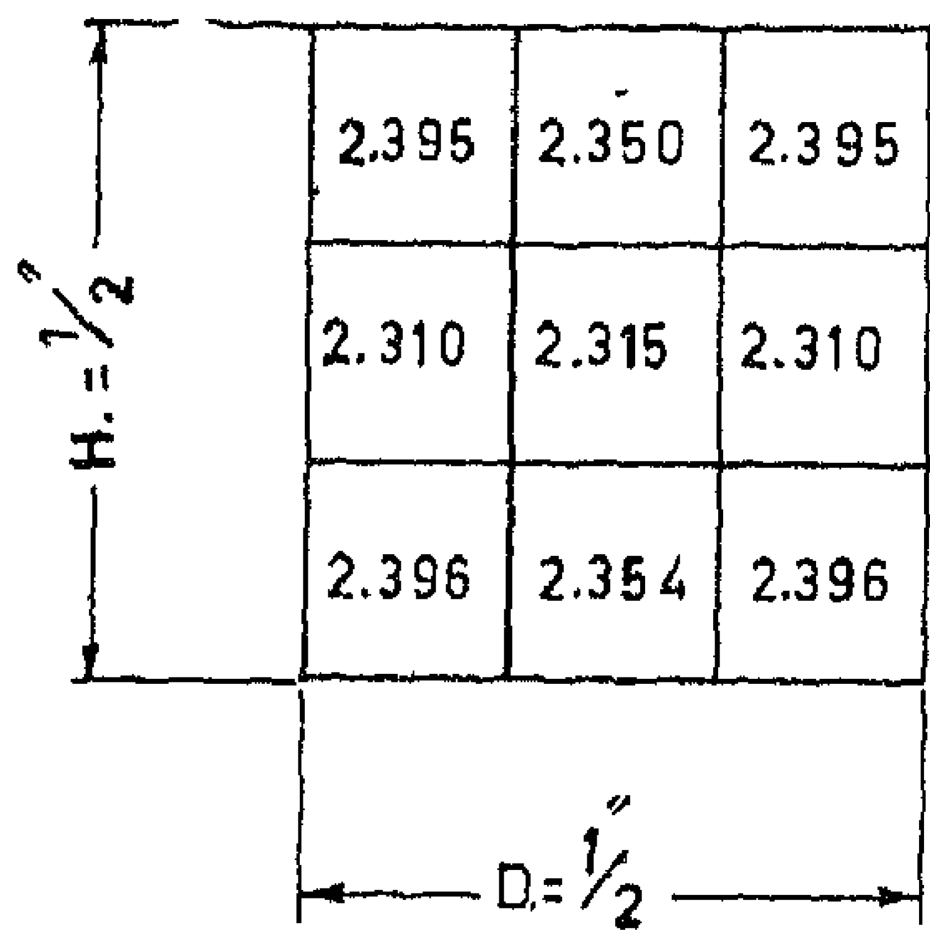


Fig. 4. DENSITY DISTRIBUTION IN gm/cm³ FOR COMPACTS PRESSED AT 20.000 psi.

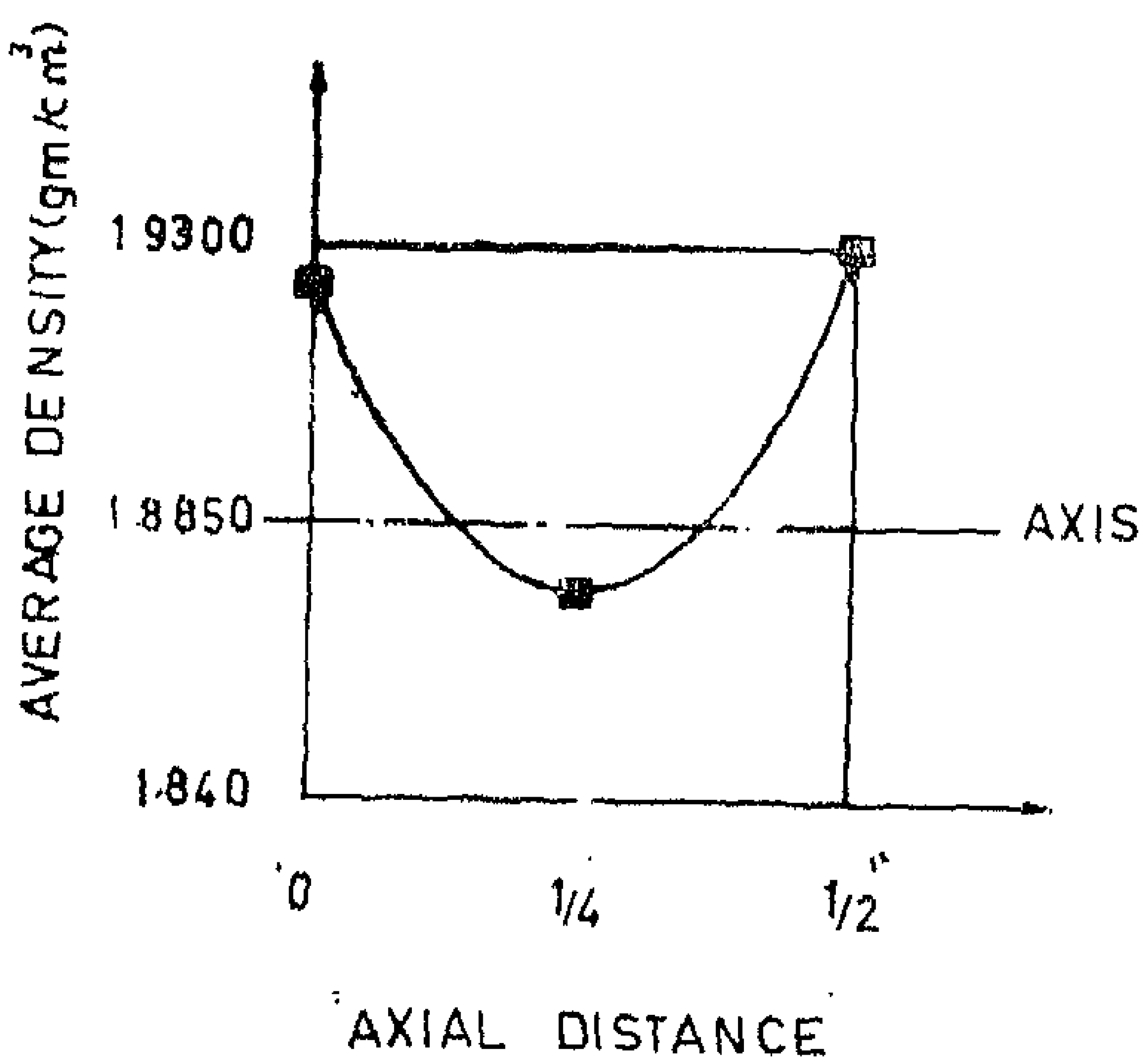


Fig. 6. AVERAGE DENSITY AS A FUNCTION OF AXIAL DISTANCE. FOR COMPACTS PRESSED AT 15,000 psi.

From the density distributions the values of the average densities versus the radial and axial distances can be drawn as in figures 5, 6, 7, 8.

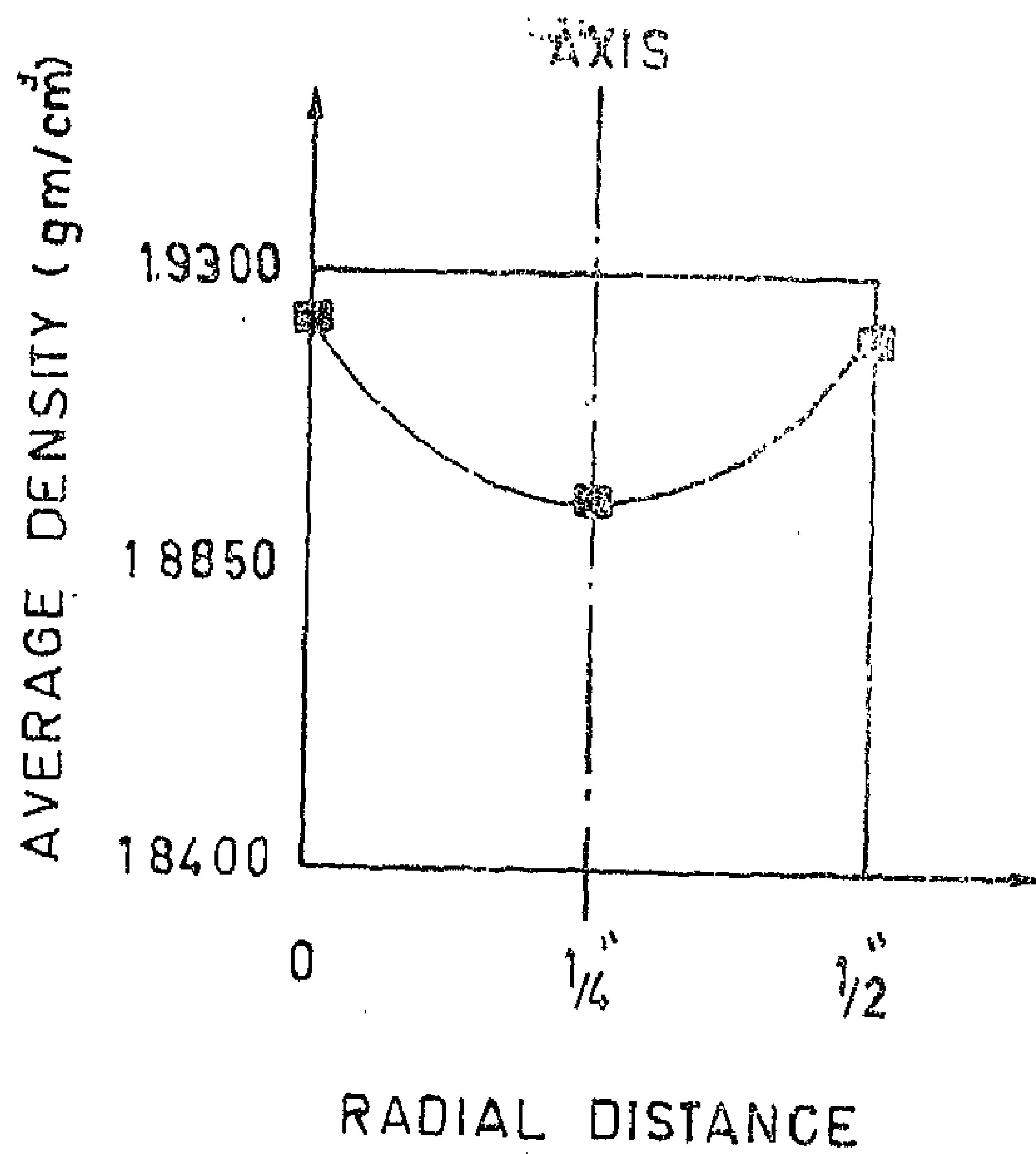


Fig 5 AVERAGE DENSITY AS A FUNCTION OF RADIAL DISTANCE FOR COMPACTS PRESSED AT 15,000 psi

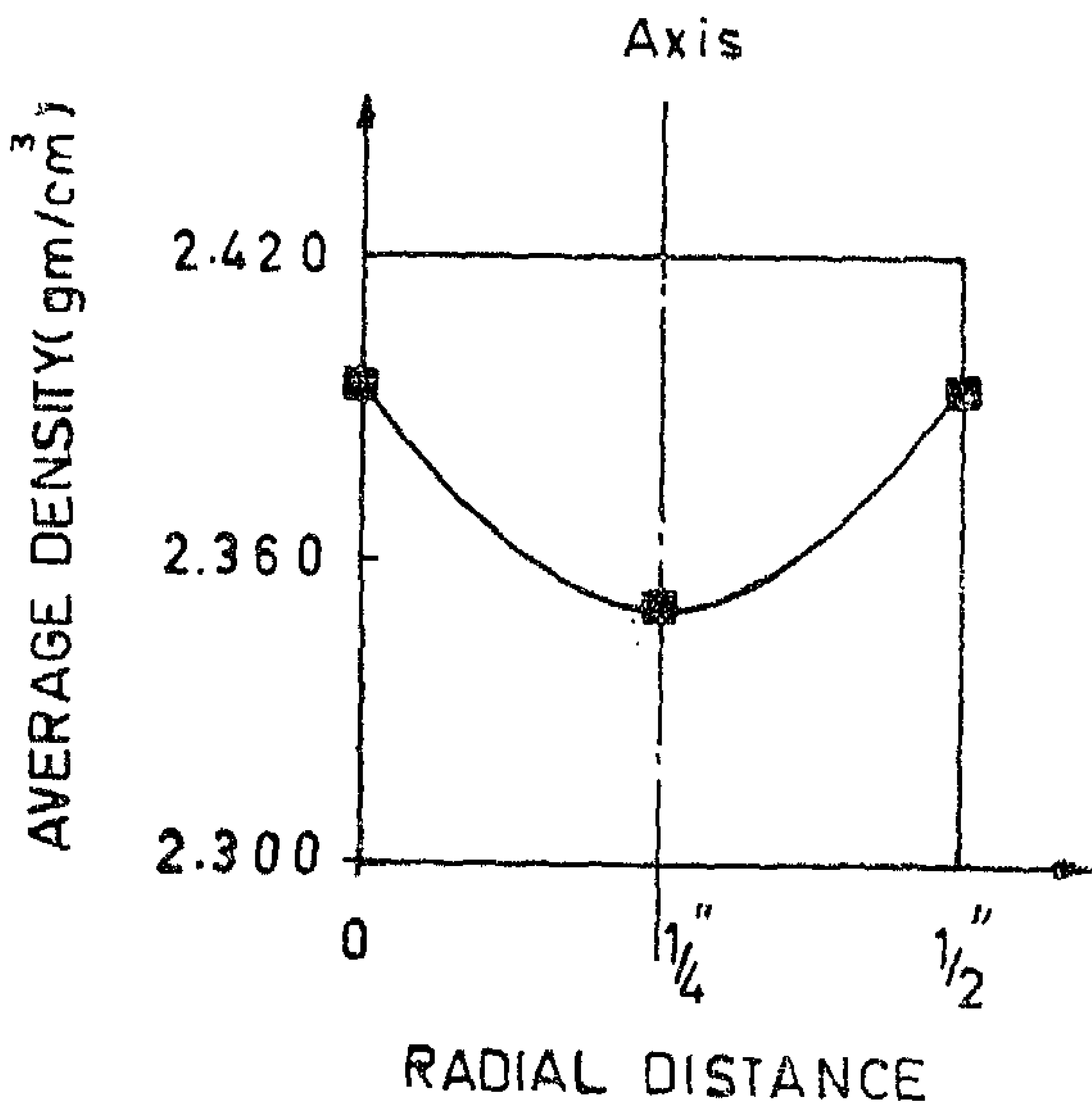


Fig. 7. AVERAGE DENSITY AS A FUNCTION OF RADIAL DISTANCE FOR COMPACTS PRESSED AT 20.000 psi

RAW MATERIAL AND EXPERIMENTAL PROCEDURE

Experiments were conducted on compacts made from aluminium powder having the following sieves analysis :

%	μ (Micron)
12.07	> 152
20.08	> 104
19.64	> 76
10.63	> 64
7.48	> 53
9.26	> 44
20.84	< 44

Compacts ½ inch diameter were pressed in a hardened steel die ½ inch diameter at 15,000 and 20,000 lb/sq. in. using a suspension of 3% zinc stearate as a die-wall lubricant. Pressure was applied from both ends by letting the die float.

Two green compacts having the same compacting pressure were used for each experiment. The reason for doing this is that it is very difficult to get out the core of the green compact without damaging it completely. One compact is used to measure the average core density gradient and the other one is used to measure the average external density gradient. To measure the average external density gradient, one third of the compact was removed by drilling out its centre on a lathe. The core of the compact was prepared by removing external layers of the compacts reducing its diameter to one third the original one. The external part and the core were cut down into equal parts and the densities were measured.

Densities were calculated by weighing the parts of the compact in air W_A, in air coated with vaseline W_{AO}, and then in water coated with vaseline W_W and by using the equation :

$$P = \frac{W_A}{W_{AO} - W_W}$$

RESULTS AND DISCUSSION.

The aerage value of the densities from three different experiments for each compacting pressure is shown in tables 1 and 2.

Table 1. External density measurements.

	Density (gm/cm³)	
	15,000 psi	20,000 psi
Top	1.924	2.395
Centre	1.873	2.310
Bottom	1.930	2.396

Table 2. Core density measurements

	Density (gm/cm³)	
	15,000 psi	20,000 psi
Top	1,895	2,350
Centre	1,880	2,315
Bottom	1,905	2,354

These results can be represented as in figures 3 and 4.

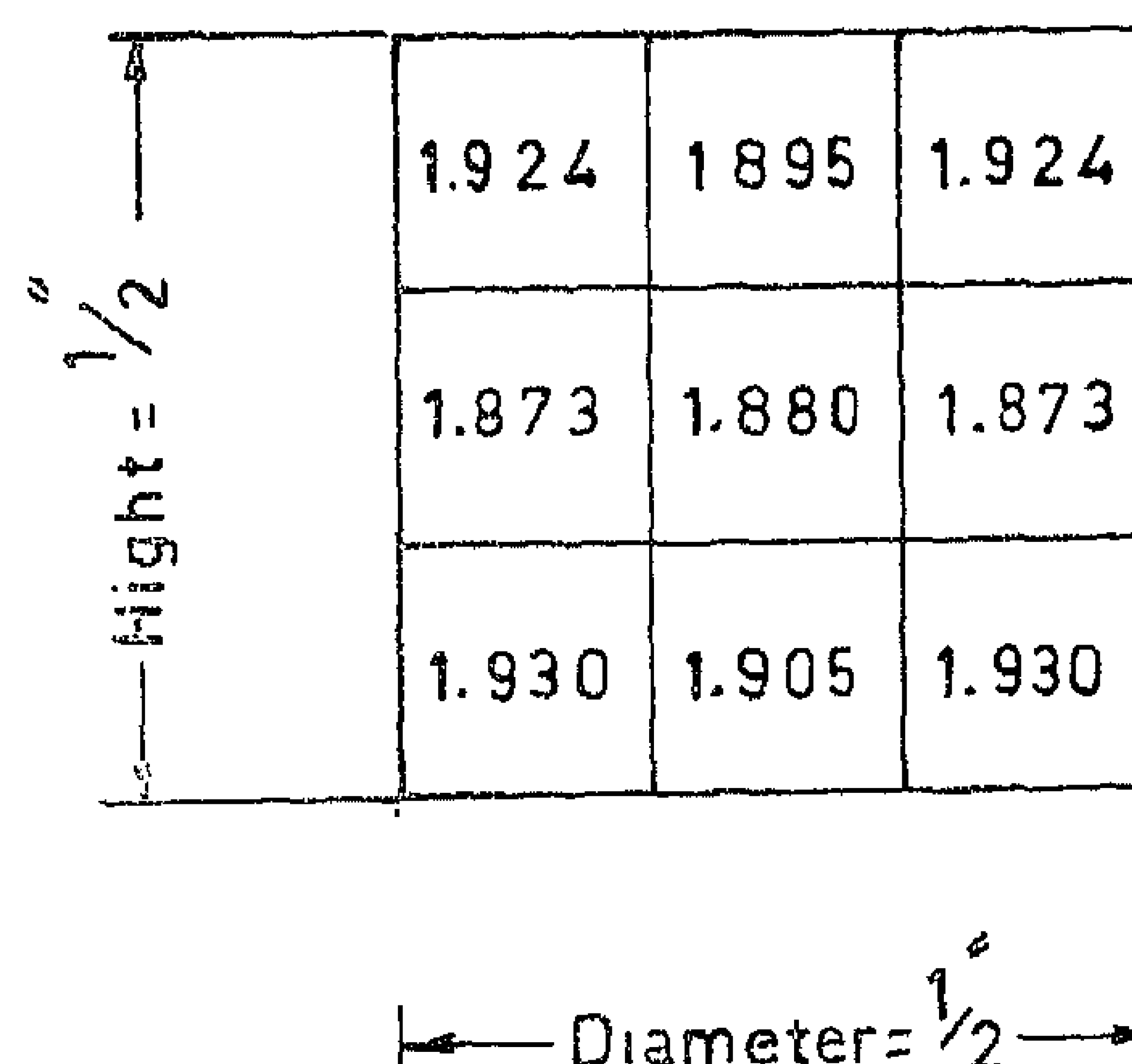


Fig.3. DENSITY DISTRIBUTION IN gm/cm³ FOR COMPACTS PRESSED AT 15.000psi.

THEORY

It is known[1] that when soft metal powders are compacted at different pressures and sintered, the percentage shrinkage is higher for those compacts with lower compacting pressure than those with higher ones. The explanation accepted for these observations is that the density of metal powders compacted at lower pressures is smaller than those compacted at higher ones and the percentage increase in density is higher the lower the green density of the compact.

It is also known that metal powders compacted from both ends have their central part with lower density than their upper and lower parts. Upon sintering and measuring the radial dimension, it is found that the central part has smaller diameter than the top and bottom ones.

These ideas are applied to single compacts to explain why the radial shrinkage rate (inch per inch per second) is faster than the axial one. Looking in much more detail inside the compact one can expect that the density distribution throughout the compact before sintering can be represented as in figures 1 and 2 for both the axial and radial directions.

The maximum densities are at the top and bottom circumferences (or corners) of the compacts and decrease as we go in the axial direction towards the centre. They also decrease as we go in the radial direction towards the centre of the compacts. The density gradient in the axial direction is steeper than that in the radial one, i.e. the steepness of the gradient is higher in figure 1 than that in figure 2. Upon sintering much more shrinkage will occur in the radial direction so as to minimise the steepness of the gradients and to lower the free energy as usually observed.

This theory is proposed because powders do not behave as liquids in transmitting pressures. The density distribution is different inside the campacts and the central parts are always with lower density than the upper and lower one because of the friction provided by the die walls.

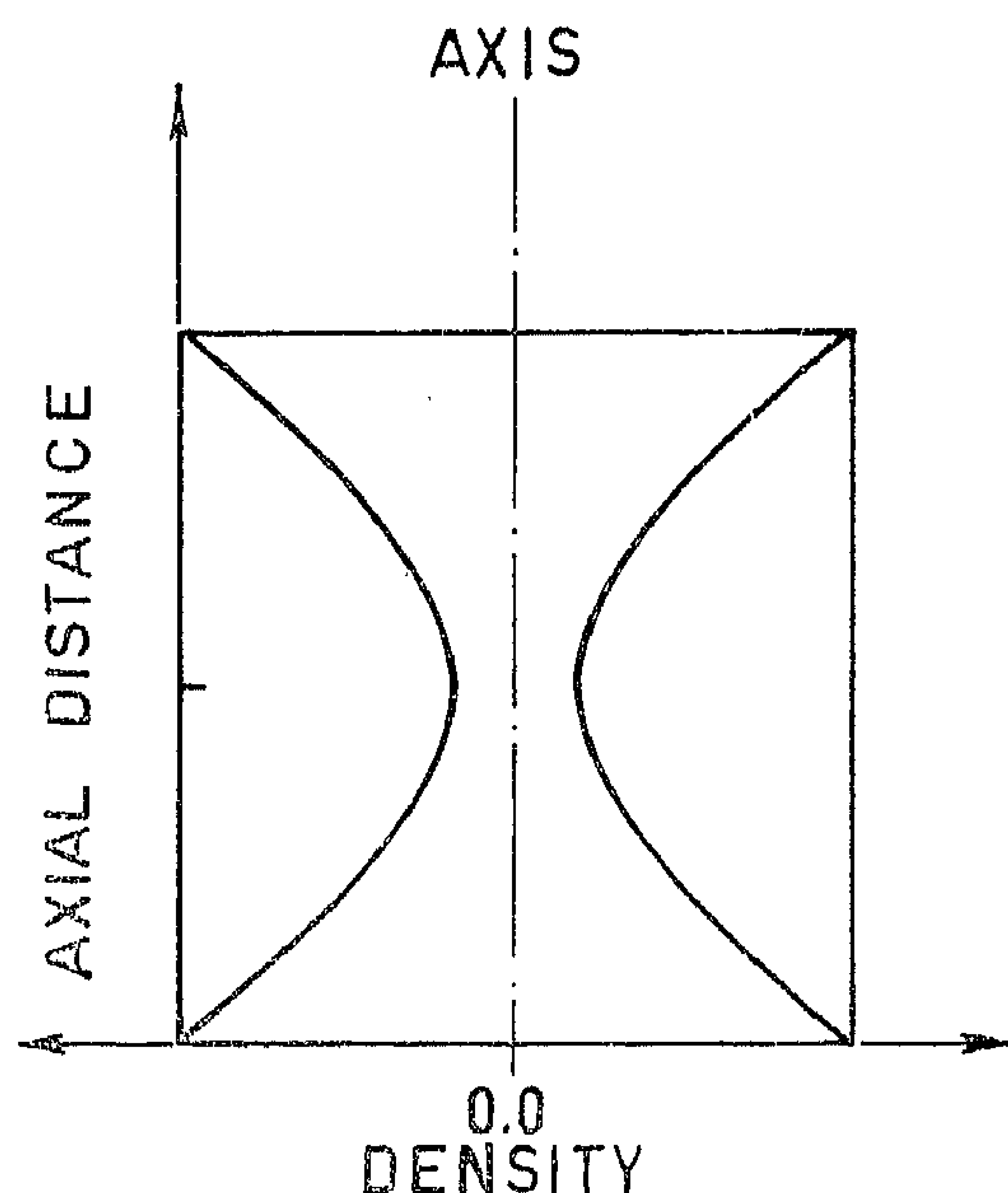


Fig.1: AXIAL DENSITY DISTRIBUTION

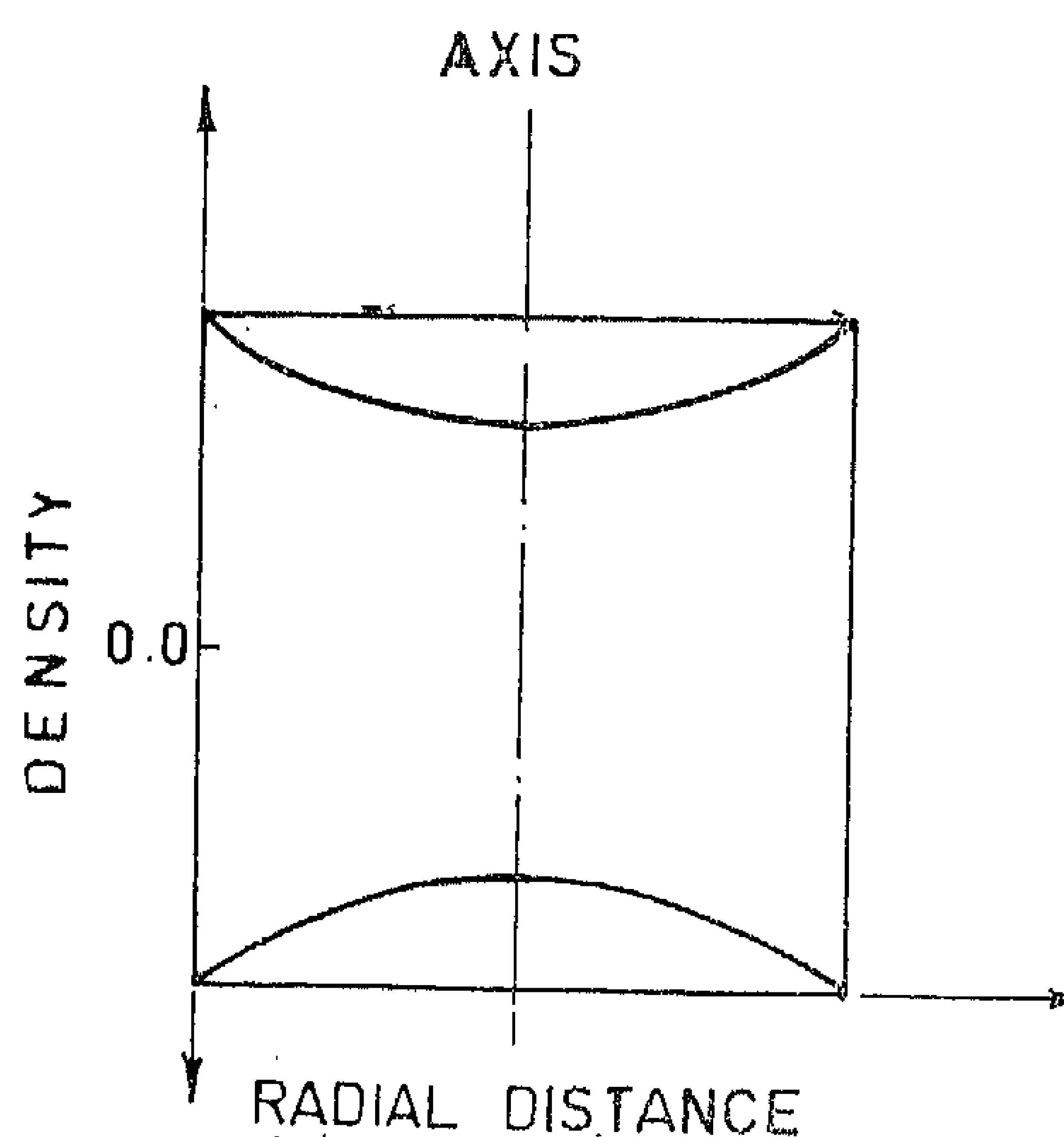


Fig. 2. RADIAL DENSITY DISTRIBUTION

ON THE RADIAL AND AXIAL SHRINKAGE IN METAL POWDER COMPACTS

By

ISMAIL EL-SHANSHOURY,
Metallurgy *Division*,
U.A.R. Atomic Energy Establishment, Cairo, Egypt.

ABSTRACT

The relative shrinkage in the radial and in the axial direction is studied. In metal powder compacts, the percent radial shrinkage is higher than the axial one. These observations were explained by the difference in densities inside the green compact. The density gradient is found to be steeper in the axial direction than in the radial one, and therefore, the percent radial shrinkage is greater than the axial one. The steepness of the gradient increases by the increase of the compacting pressure.

INTRODUCTION.

It has been generally observed[1,2] that upon the sintering of soft metal powder compacts, the rate shrinkage is faster in the radial direction than in the axial one. The explanation which was accepted before by A. Shaler[1] is that upon compaction of soft powders such as copper, disk-shaped rather than spherical voids were formed with the axis of the disk parallel to the pressing direction. Shrinkage is due to the stress produced by the surface tension forces which are greater at the edge of the disk-shaped pores than at their more nearly plane surfaces. The rate of shrinkage is greater at the edge than at the centre of the pores, therefore the radial skrinkage is greater than the axial one.

In an investigation of the radial and axial shrinkage of compacts and loose powder aggregates of copper powder by F.V. Lenel and Coworkers[2], micrographs showed that the expected preferred horizontal orientation of the elongated pores in the axial section was not observed. Instead, elongated pores were found in both the axial and radial section, but this orientation was quite random. In order to study the effect of pore shape upon shrinkage during sintering the axial and radial shrinkage of loose powder aggregates of irregular and of flake powder were compared with each other. Micrographs showed no preferred orientation of pores in the case of flake powder specimen. Although pore shapes are different, the ratio of the percent radial to axial shrinkage of the two powders was the same. These results threw doubt on the assumption that surface tension forces alone cause the ratio of axial and radial shrinkage observed. Lenel and Coworkers[3] also showed that during the early stages of sintering residual and externally applied stresses are the only driving forces for sintering.

It is the purpose of this paper to show that density gradient in green compacts other than surface tension and residual stresses is responsible for the faster rate of radial shrinkage than that of the axial one.

$$\begin{bmatrix} \left[1+\frac{4}{F2}(2n-0)\right] & \frac{8}{F2}(n-0) & \frac{4}{F2}(n-0) \\ \frac{8}{F2}(n-0) & \left[1+\frac{4}{F2}(4n-30)\right] & \frac{8}{F2}(n-0) \\ \frac{8}{F2}(n-0) & \frac{16}{F2}(n-0) & \left[1+\frac{4}{F2}(3n-20)\right] \end{bmatrix} = 0$$

and this can be reduced to the from:

$$\frac{4}{F2}\cdot n\cdot\left(\frac{8}{F2}n+3\right)^2-\frac{24}{F2}\cdot 0\cdot\left(\frac{2}{F2}0+1\right)\left(\frac{4}{F2}n+1\right)+1=\text{Zero} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (v)$$

N.B. The author will be pleased for any information concerning other cases treated in this paper and not shown here due to short of space.

$$\left.\begin{array}{ll} -\frac{2\Delta_1}{b}=\frac{4}{F^2}\left[(2n-0)\theta_1+2(n-0)\theta_2+(n-0)\theta_3\right] & \dots\quad\dots \\ \Delta_2=\Delta_1+\frac{l}{AE}\cdot V_2 & \\ -\frac{2\Delta 2}{b}=\frac{4}{F^2}\left[2(n-0)\theta_1+(4n-30)\theta_2+2(n-0)\theta_3\right] & \dots\quad\dots \\ \Delta_3=\Delta_2+\frac{l}{AE}\cdot V_3 & \\ -\frac{2\Delta 3}{b}=\frac{4}{F^2}\left[2(n-0)\theta_1+4(n-0)\theta_2+(3n-20)\theta_3\right] & \dots\quad\dots \end{array}\right\} \quad (i)$$

$$\text{where } F=\frac{(l/i)}{(l/b)}=\frac{\lambda}{(l/b)}=\frac{b}{i}$$

Σ Moments about B = Zero:

(and substituting for $-\frac{2\Delta}{b}$ its value from equation (i)

$$\therefore\left\{2n+6\cdot\frac{k_1}{k}\left[1+\frac{4}{F^2}(2n-0)\right]\right\}\theta_1+\left[-0+\frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right]\theta_2+\frac{24}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\theta_3=0 \quad \dots \text{(ii)}$$

Σ Moments about C = Zero:

$$\left[-0+\frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right]\theta_1+\left\{2n+6\cdot\frac{k_1}{k}\left[1+\frac{4}{F^2}(4n-30)\right]\right\}\theta_2+\left[-0+\frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right]\theta_3=0 \quad \dots\quad \dots \text{(iii)}$$

Moments about D = Zero:

$$\left[\frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right]\theta_1+\left[-0+\frac{96}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right]\theta_2+\left\{n+6\cdot\frac{k_1}{k}\left[1+\frac{4}{F^2}(3n-20)\right]\right\}\theta_3=0 \quad \dots\quad \dots\text{(iv)}$$

Eliminating θ_1, θ_2 & θ_3 from equations (ii), (iii) & (iv) we get:

$$\begin{vmatrix} \left\{2n+6\frac{k_1}{k}\left[1+\frac{4}{F^2}(2n-0)\right]\right\} & \left[-0+\frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right] & \left[\frac{24}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right] \\ \left[-0+\frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right] & \left\{2n+6\frac{k_1}{k}\left[1+\frac{4}{F^2}(4n-30)\right]\right\} & \left[-0+\frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right] \\ \frac{48}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0) & \left[-0+\frac{96}{F^2}\cdot\frac{k_1}{k}(n-0)\right] & \left\{n+6\frac{k_1}{k}\left[1+\frac{4}{F^2}(3n-20)\right]\right\} \end{vmatrix}=0$$

which is the condition for the critical load. When $\frac{k_1}{k}=\infty$, the determinant reduces to:

Appendix :

$$M_{DD'} = 6k_1\left(\theta_3 - \frac{2\Delta 3}{b}\right)$$

$$M_{DC} = nk\theta_3 - ok\theta_2$$

$$M_{CC'} = 6k_1\left(\theta_2 - \frac{2\Delta 2}{b}\right)$$

$$M_{CD} = nk\theta_2 - ok\theta_3$$

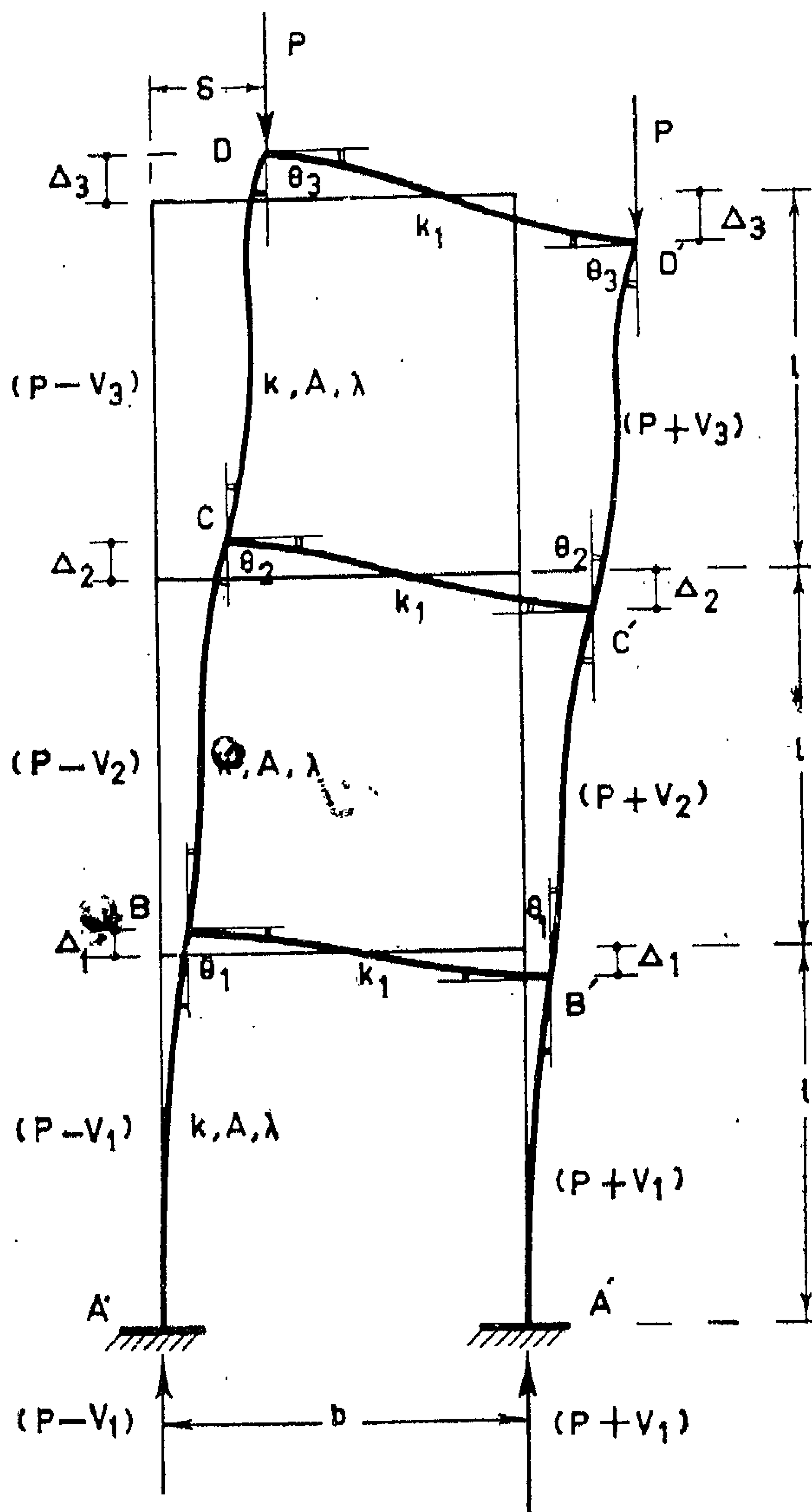
$$M_{CB} = nk\theta_2 - ok\theta_1$$

$$M_{BB'} = 6k_1\left(\theta_1 - \frac{2\Delta 1}{b}\right)$$

$$M_{BC} = nk\theta_1 - ok\theta_2$$

$$M_{BA} = nk\theta_1$$

$$M_{AB} = \quad -ok\theta_1$$



$$V_3 = \frac{2M_{DD'}}{b} = -\frac{2M_{DC}}{b} = -\frac{2k}{b}(-o\theta_2 + n\theta_3)$$

$$V_2 = V_3 + \frac{2M_{CC'}}{b} = -\frac{2k}{b}\Big[-o\theta_1 + (2n-o)\theta_2 + (n-o)\theta_3\Big]$$

$$V_1 = V_2 + V_3 + \frac{2M_{BB'}}{b} = -\frac{2k}{b}\Big[(2n-o)\theta_1 + 2(n-o)\theta_2 + (n-o)\theta_3\Big]$$

$$\Delta_1 = \frac{l}{AE}\cdot V_1$$

$$-\frac{2\Delta 1}{b} = -\frac{2l}{bAE}\cdot V_1 = \frac{4(l/b)^2}{(l/i)^2}\Big[(2n-o)\theta_1 + 2(n-o)\theta_2 + (n-o)\theta_3\Big]$$

(iii) In the case of fixed base frames, the decrease in the elastic critical loads of frames when axial deformations of columns are included is bigger for frames with bigger beam stiffnesses and smaller values of the factor "F". Also the decrease in the elastic critical loads increases with the number of storeys.

(iv) For hinged base frames, the effect of the axial deformations of the column on the elastic criitcal loads is very small and hardly increases with the number of storeys.

ACKNOLEDGEMENTS

This research has been done in the department of structural Engineering at Ain Shams University in Cairo. The author wishes to express his deepest thanks and gratitude to Prof. M.H. Abbas for his encouragement, thanks also are due to Prof. A. El-Arosi head of the department.

REFERENCES

(1) S. TIMOSHENKO : "Theory of Elastic Stability", McGraw-Hill Book Company.

(2) R.K. LIVESLEY and D.B. CHANDLER : "Stability Functions for Structural Frameworks", Manchester University Press 1956.

(3) A.H . SALEM : "The Elastic Stability of Single and Multi-Storey Trapezoidal Frames When Side Sway is Permitted", Journal of the Egyptian Society of Engineers, No. 1, Volume IV, 1965.

(4) A.H. SALEM : Ph.D. Thesis, Manchester University, May 1958.

(5) A.H. SALEM : "The Sway Critical Loads of Multi-Storey Frames with Varying Column Sections and Loaded at Intermediate Floor Levels", to be published in the Journal of the Egyptian Society of Engineers.

term that vanishes first before the others thus giving the same value of the critical load for all this set of frames.

The physical significance of this phenomenon can be explained in the same manner as the strength of a chain which is equal to the strength of its weakest link. In our case the stability of the whole frame is governed by the stability of its weakest storey which is the bottom one in this set of frames. (For frames with varying column sections and loaded at intermediate floor levels, see the author's paper[5].)

When axial deformations are taken into consideration, we can still find that the previous phenomenon applies to a great extent. In fig. (8), the critical loads of single storey, two storey and three storey frames with infinite beam stiffnesses are plotted against the factor "F". From this figure, two important results may be concluded :

(i) The effect of axial deformations on the elastic critical loads of pinned base frames is very small.

(ii) With the increase in the number of storeys, the decrease in the elastic critical loads is not appreciable at all except for very small values of "F".

N.B.

It should be mentioned here that if the height of the lower storey only is reduced so that it does no longer govern the stability of the whole frame, the above conclusions will not be correct and the effect of the axial deformations of the columns will be bigger and nearly of the same order as that of the fixed base frames.

SUMMARY OF RESULTS :

From the previous study, the results obtaincan be summarized as follows :

(i) When axial deformations of the columns are considered, the elastic critical loads of frames decrease.

(ii) A new factor "F" which is defined as the ratio of the beam length to the radius of gyration of the column is introduced and is used to denote the degree of effect of the axial deformations.

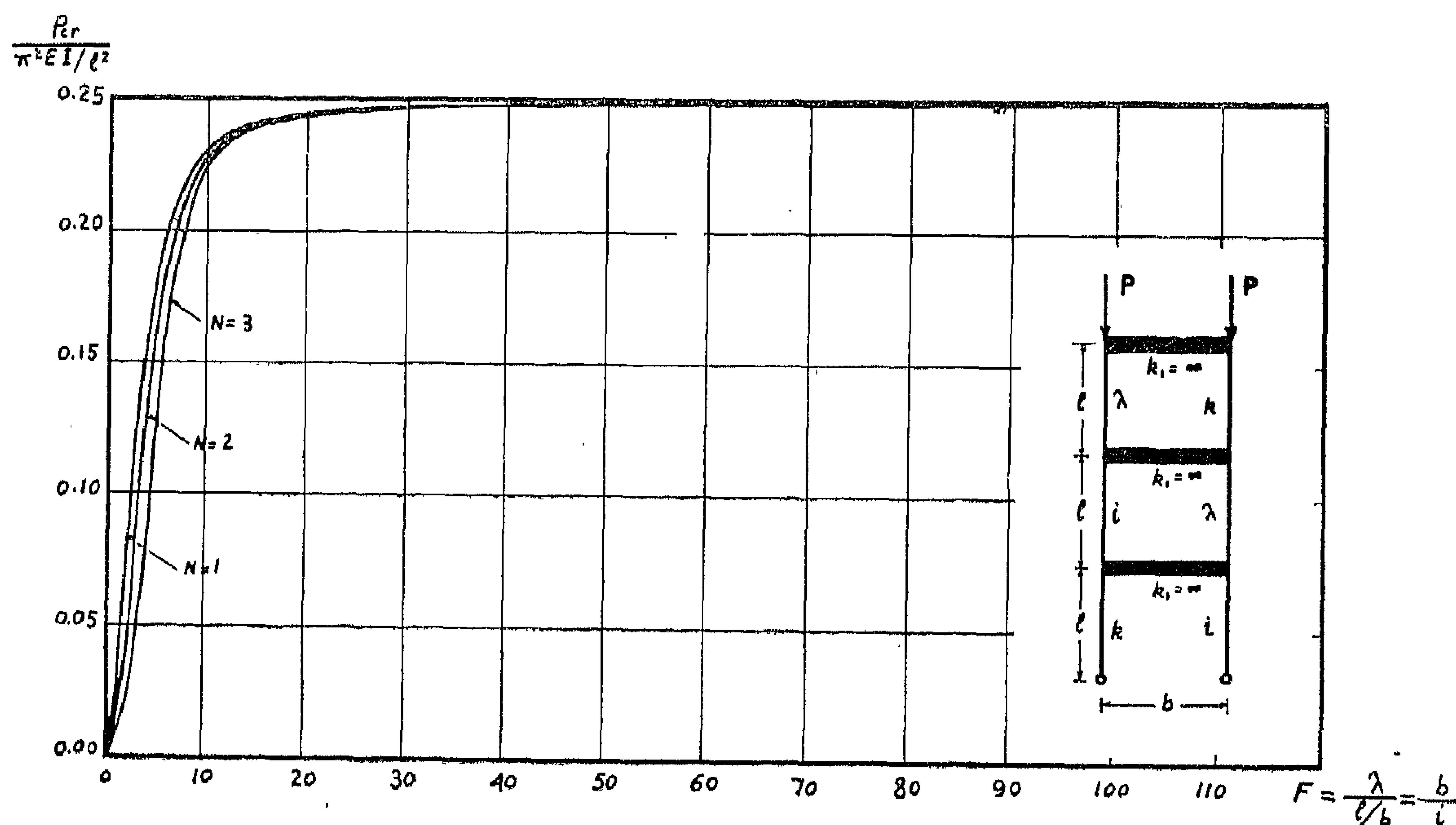


Fig.8.

elastic stability viz. the stability of frame as governered by the stability of the different storeys and the overall stability of the frame both with respect to the same variable "F. (see fig. 6).

Refering to fig. (3), the dotted lines there-in indicate the range where the overall stability of the frame governs. It has to be mentioned that in this part of the analysis, axial deformations are not included but the effect of shearing force on deflection is considered and this gives lower values of the critical loads than those expected at the intersection with the y-axis.

II. HINGED BASE FRAMES :

Before tackling the problem of axial deformations on hinged base mutti-storey rectangular frames with constant column sections and equal beam stiffnesses (see fig. 7), we are going to present the equations of the critical loads for a set of these frames when axial deformations are neglected.

For a single storey frame :

$$\left(- \frac{\pi^2 \rho}{n} + 6 \frac{k_1}{k} \right) = o$$

For a two storey frame :

$$\left(- \frac{\pi^2 \rho}{n} + 6 \frac{k_1}{k} \right)\left(2n + 6 \frac{k_1}{k} \right) = o$$

For a three storey frame :

$$\left(- \frac{\pi^2 \rho}{n} + 6 \frac{k_1}{k} \right)\left[\left(2n + 6 \frac{k_1}{k} \right)^2 - o^2 \right] = o$$

For a four storey frame :

$$\left(- \frac{\pi^2 \rho}{n} + 6 \frac{k_1}{k} \right)\left(2n + 6 \frac{k_1}{k} \right)\left[\left(n + 6 \frac{k_1}{k} \right)^2 - 2 o^2 \right] = o$$

From these equations we see that the term $\left(- \frac{\pi^2 \rho}{n} + 6 \frac{k_1}{k} \right)$ which gives the elastic critical load for the single storey frame is present in all the other equations and it is that

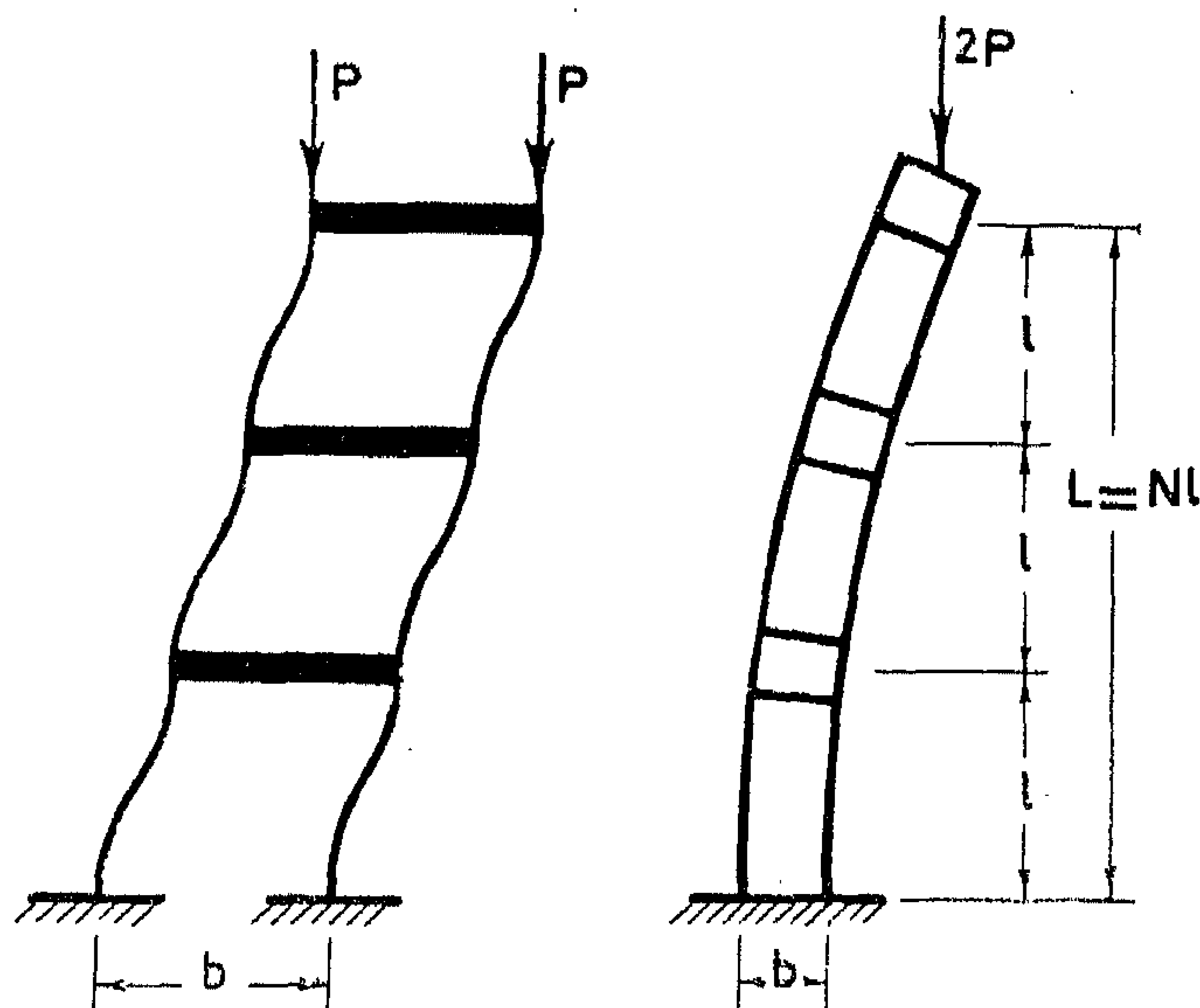


fig.6

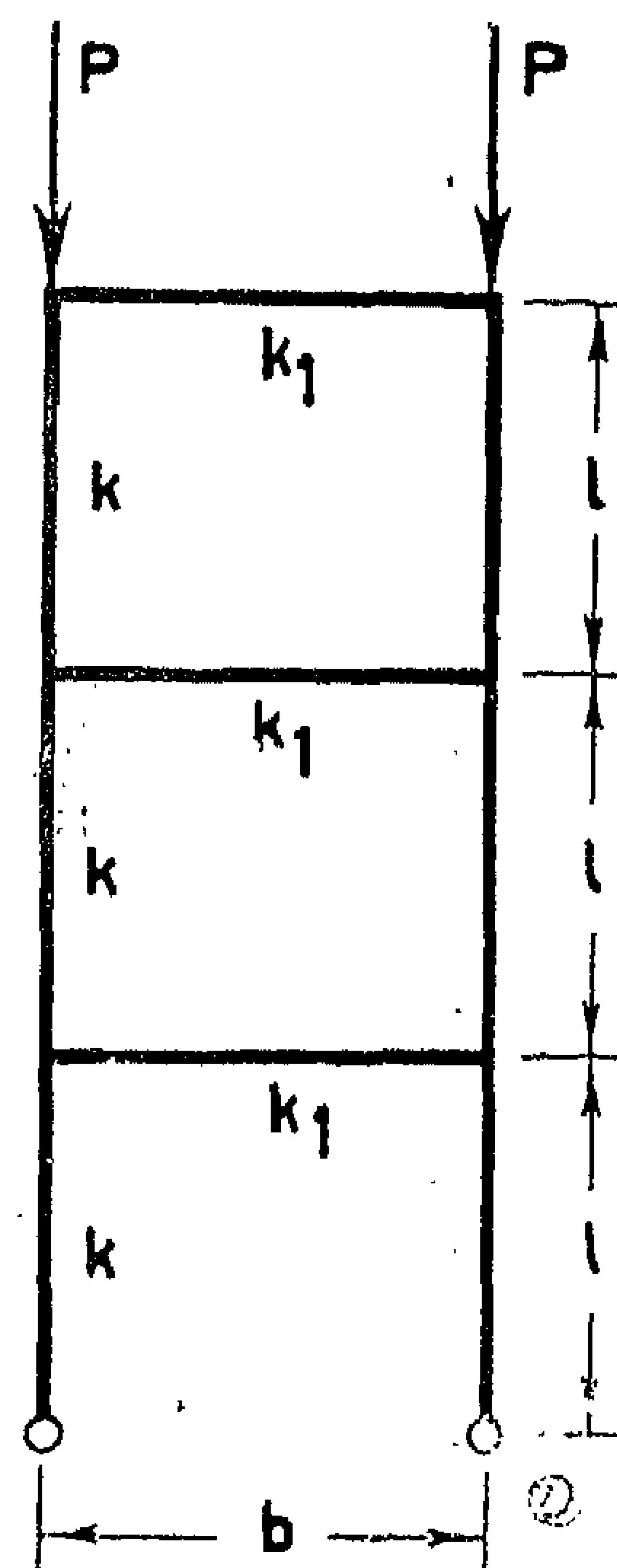


fig.7

CORRELATION WITH A BATTENED STRUT :

When the length of beams "b" gets smaller i.e. the two columns of the frame become very near to each other, the overall stability of the frame as a battened cantilever strut has to be checked and the effect of shear on the deflection has to be considered (see fig. 5).

Refering to the equation of the elastic critical load of a battened strut[1] and using our notations, the equation can be put in the form (for battens with infinite stiffness) :

$$2\,P_{cr} = \frac{\pi^2\,E\,I_{y1}}{4\,L^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \dfrac{\pi^2\,E\,I_{y1}}{4\,L^2} \cdot \dfrac{l^2}{2\Delta\,E\,I_y}\right)}$$

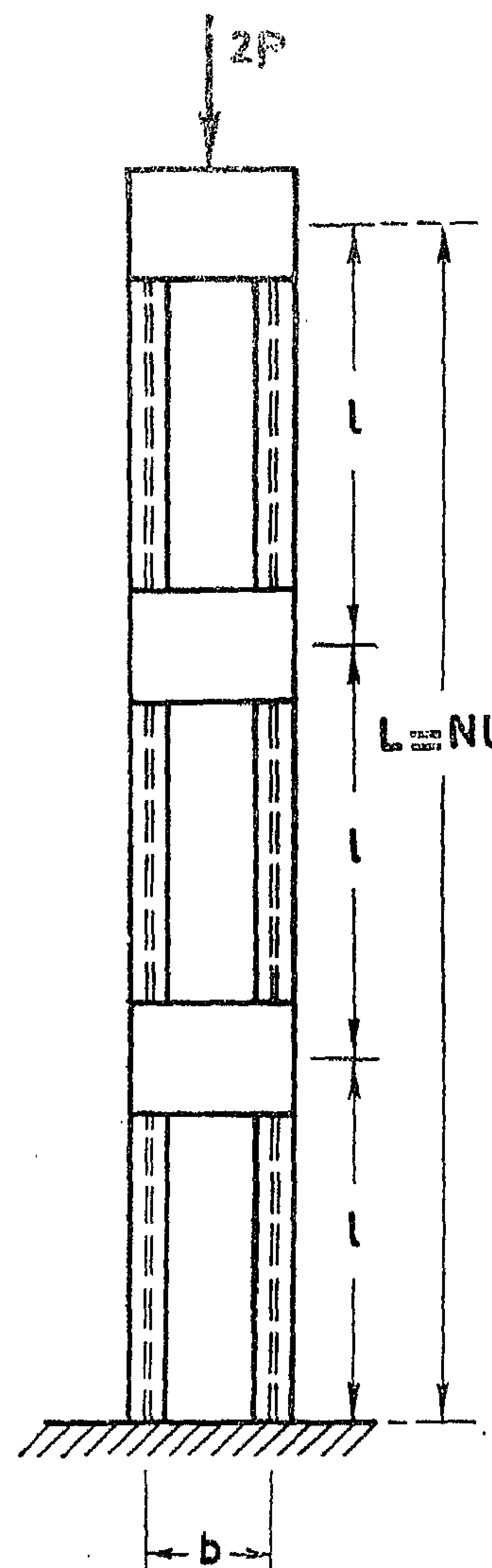
where $I_{y_1} = 2\;(I_y + A \cdot \frac{b^2}{4})$

By substitutin for I_{y_1}, its value given above and for $L = N\,l$, the equation reduces to :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2\,E\,I_y}{l^2} \cdot \frac{1}{\left(\dfrac{\pi^2}{12} + \dfrac{4\,N^2}{1 + \frac{F^2}{4}}\right)}$$

$$= P_E \cdot \frac{1}{\left(\dfrac{\pi^2}{12} + \dfrac{4\,N^2}{1 + \frac{F^2}{4}}\right)}$$

which gives the elastic critical load "P_{cr}" when the overall stability of the frame as a battened cantilever is considered as function of the Euler load of one elements of the battened column. It is seen that the new factor $F = b/i$ is also present in this equation and thus it will be easy to study both types of



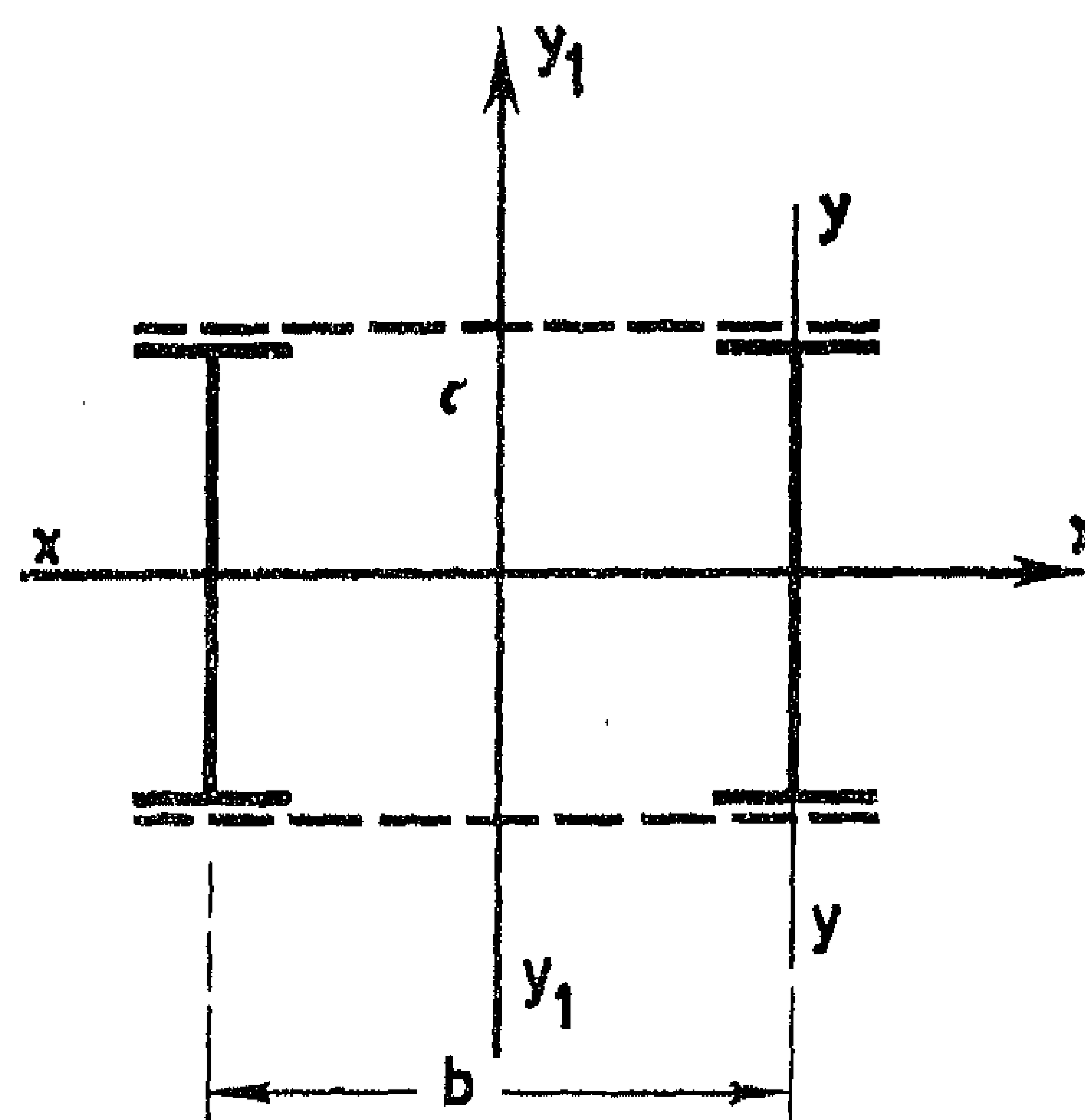


fig. 5

* It is assumed that buckling perpendicular to the plane is prevented.

$\frac{P_{cr}}{\pi^2 EI/\ell^2}$

0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1

N = 4
N = 3
N = 2
N = 1

Battened Columns.

P P
$k_1 = \infty$
ℓ k i
λ k
b

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 $F = \frac{\lambda}{\ell/b} = \frac{b}{i}$

fig. 3

(Fig. 3)

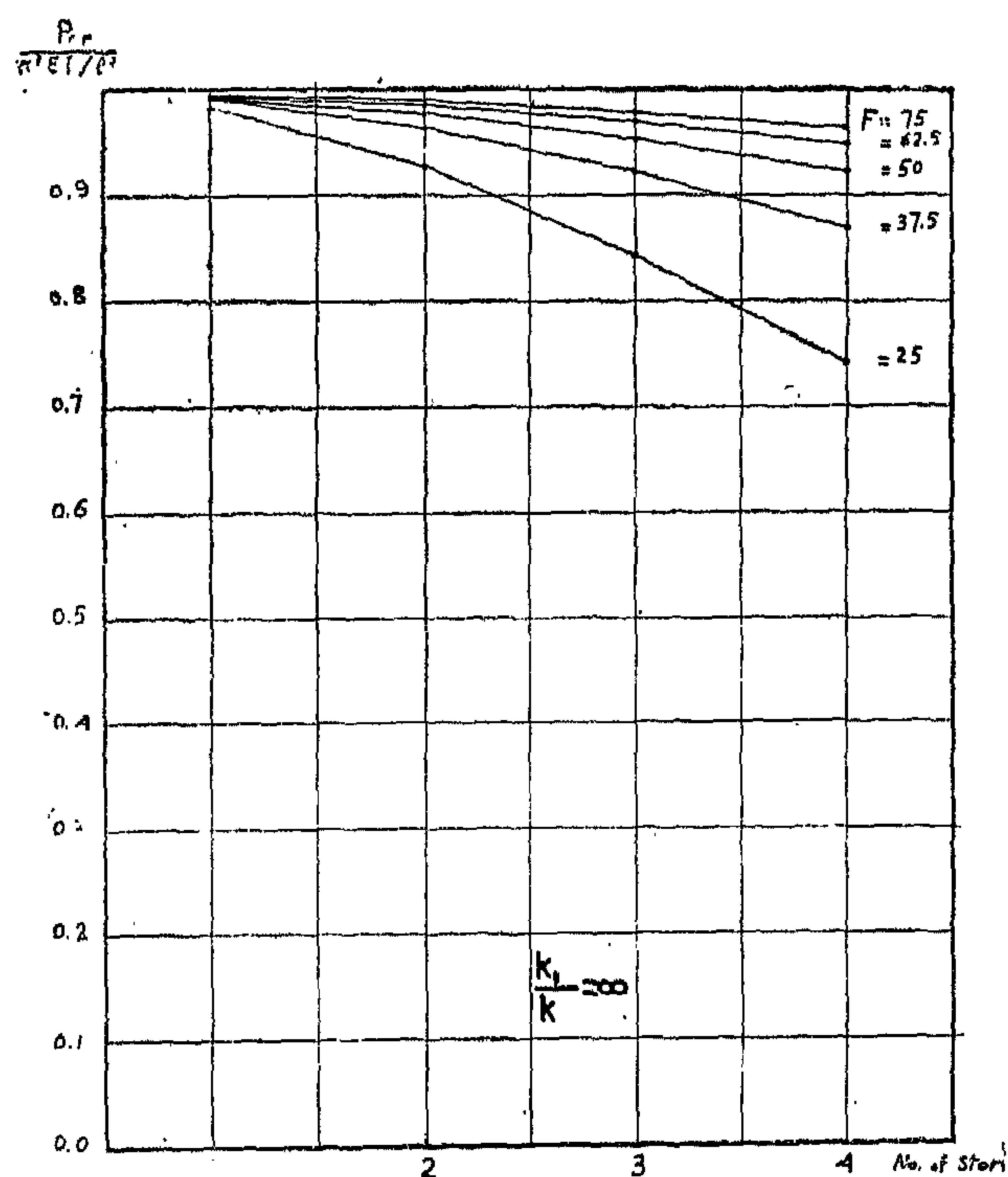


fig. 4.

the factor $F = \frac{b}{i}$ which is defined as the ratio of beam length to the radius of gyration of column.

First we are going to study the relation between the elastic critical load "P_{cr}" and the stiffness ratio k_1/k, the factor "F" assumed a constant. This study is done on a two storey frame and the factor "F" taken 22.4, 31.6, 44.7 & ∞ (see fig. (2)). It is to be noticed that the case when axial deformations are neglected is represented by the curve $F = \infty$; when axial deformations are included, this curve is splitted into a set of curves each corresponding to a certain value of "F". It can be also seen that the elastic critical load decreases when axial deformations of columns are included and the amount of decrease is bigger for bigger values of k_1/k and is max. at $k_1/k = \infty$.

Secondly, the relation between the elastic critical load "P_{cr}" of multi-storey frames and the factor "F" for frames with infinite beam stiffness (where the effect of axial deformations is max.) ie studied. This is done on a single storey, two storey, three storey and four storey frames. The results are shown in fig. (3) in which "P_{cr}" is plotted against the factor "F" which varies between zero and 120. From this fig. we notice the following :

(i) The amount of decrease in the elastic critical loads (when axial deformations of columns are included) is bigger for smaller values of F and vice versa.

(ii) The amount of decrease in the elastic critical loads is bigger for bigger number of storeys. This can also be seen from fig. (4) in which "P_{cr}" is plotted against the number of storeys "N" for frames with infinite beam stiffness and for various values of the factor "F".

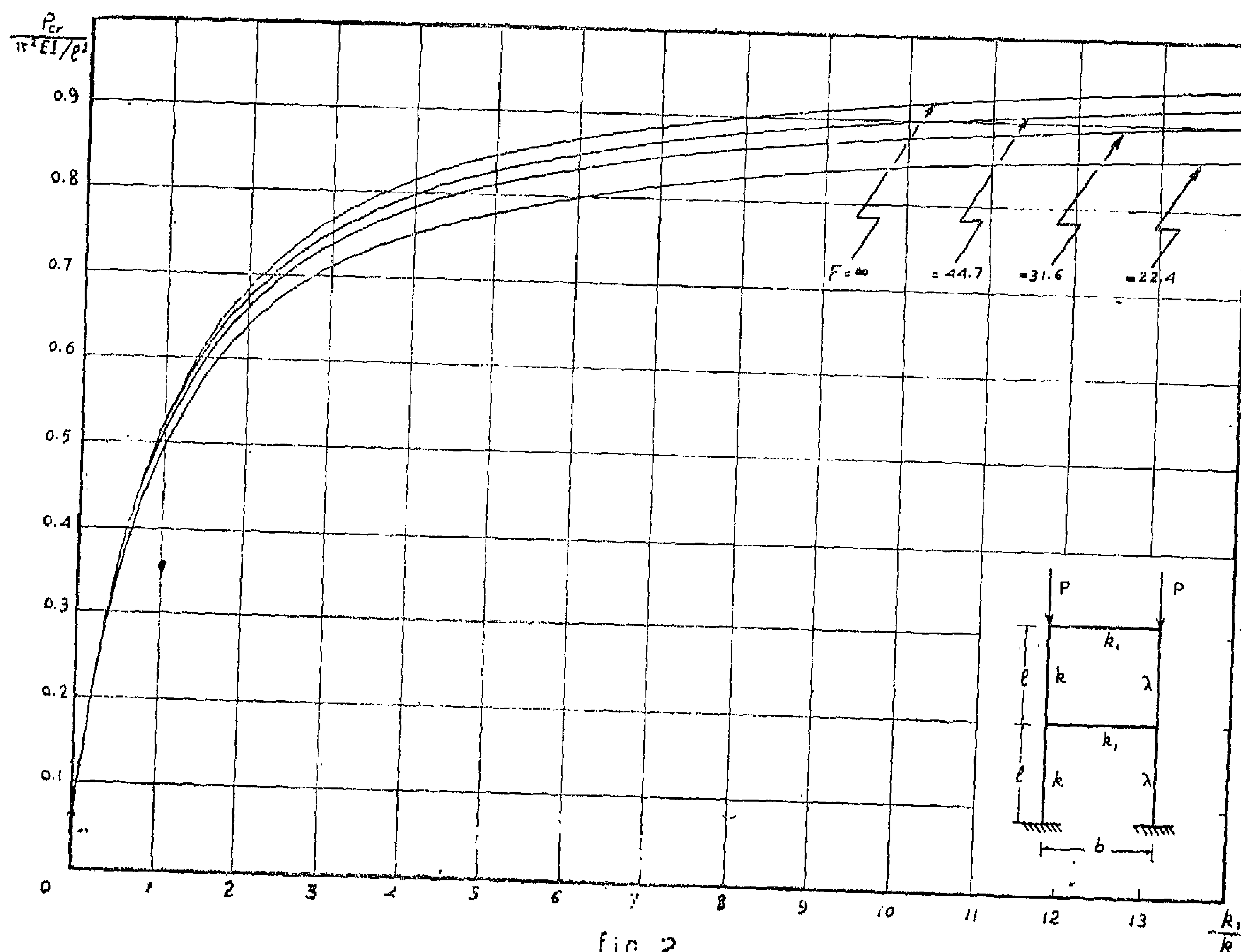


fig. 2

1. FIXED BASE FRAMES :

Consider the case of the three storey frame ABCDD'C'B'A' (see the appendix) with constant column sections and equal beam stiffnesses and subjected to two vertical loads "P" at D & D'. When the loads "P" reach the critical value "P_{cr}", the frame will be in a state of neutral equilibrium i.e. if the frame is given any small lateral displacement (by some external influence which is then removed), it will maintain that deflected shape. Thus the frame as a whole will be in a state of no-shear sway, and since there will be no horizontal reactions at the supports due to antisymmetry, every column will be also in a state of no-shear sway.

Due to this anti-symmetrical clockwise mode of sway, two equal and opposite vertical forces "V" will occur in each storey increasing the compression in the R.H.S. columns and decreasing it in the L.H.S. ones (the max. "V" will be at the lowermost storet and the min. "V" at the uppermost one). These will produce axial deformations of equal magnitudes but with opposite signs in the R.H.S. and L.H.S. columns. These axial deformations are accumulative and are max. at the uppermost storey. The effect of such deformations is that they decrease the end rotations of beams B B', C C' & D D' by an amount equal to $\frac{2\Delta_1}{b}$, $\frac{2\Delta_2}{b}$ & $\frac{2\Delta_3}{b}$ respectively.

Now we are going to build up the operations of sway for each element of the frame separately of the types shown in reference.[3] The columns will be in states of no-shear sway while the beams will be subjected to equal end rotations. These are shown in the appendix in the L.H.S. figure where the bending moments at the corners are given. The R.H.S. figure shows the frame in the disturbed position under the critical values of the loads P; the deformations are shown in a magnified form.

The whole procedure is then explained briefly; first the values of the vertical forces "V" are calculated for each storey then the corresponding axial deformations "Δ". A dimensionless farctor $F = \frac{\lambda}{l/b} = \frac{b}{i}$ is introduced and is used later to denote the effect of the axial deformations.

Since there are no external moments set up at the corners of the frame, then the sum of the moments at the corners should be zero. Substitution is made for $\frac{2\Delta}{b}$ by their values from the previous step. This will give us as many equations as there are storeys which contain the indeterminate angles of rotations Θ_1, Θ, Θ_3, Θ_4 .... By eliminating the angles Θs from these equations we get the condition for the critical load. In our case of the three storey frame, we have a determinant of the third order. The result is then reduced to the case of $k_1/k = \infty$ and a simple formula is obtained by ordinary algebra.

SOLUTION OF THE EQUATIONS :

Refering to the equation for the critical load given in the appendix we see that the simplest method of solving such as equation is by trial-and-error by assuming a value for "F" and solving for ρ_{cr} or vice versa. This method is used for two, three and four storey frames; for a single storey frame a direct solution is possible.

RESULTS :

Two factors affect the elastic critical loads of multi-storey frames when axial deformations of columns are included namely the stiffness ratio of beams to columns K_1 / K and

INTRODUCTION :

In a previous paper[3], the author analysed the general problem of sway of axially compressed members or structures as a whole. He also explained the use of the stability functions of sway m, n & o and the formation of "Block Operations" of sway and this was applied to the study of the elastic stability of single and multi-storey trapezoidal frames when side sway is permitted. Axial deformations in the columns of the frames due to side sway effect were not included.

In this paper the same procedure will be used and the axial deformations of the columns also included in studying the stability of multi-storey rectangular frames when side sway is permitted.

It should be mentioned here that the variation in the axial forces between the columns in each storey of a multi-storey frame due to side sway effect (which causes these axial deformations) will be neglected when considering the stability of the frame. In other words, the variation in the axial forces (which is of the second order) will be considered when calculating deformations and neglected when calculating stability. This will render the frame symmetrically loaded and in an anti-symmetrical mode of sway which will simplify the work a great deal. It was found by the author[4] that the neglect of such small variations in the axial forces between the columns in stability analysis has a very slight effect on the elastic critical carrying capacity as well as the stiffness of frames. This can be noticed easily from fig.(1) in which a pinned base frame loaded by unequal vertical forces P_1 & P_2 is shown. When $P_1 / P_2 = o$ for example, (a severe case which would never occur in case of small lateral displacements), the elastic critical carrying capacity reduces by 1.6% for the case when $k_1 / k = \infty$ and 0.2% for the case when $k_1 / k = 0.25$. Various cases of fixed base and multi-storey frames have been treated[4] and all confirm the mentioned phenomenon.

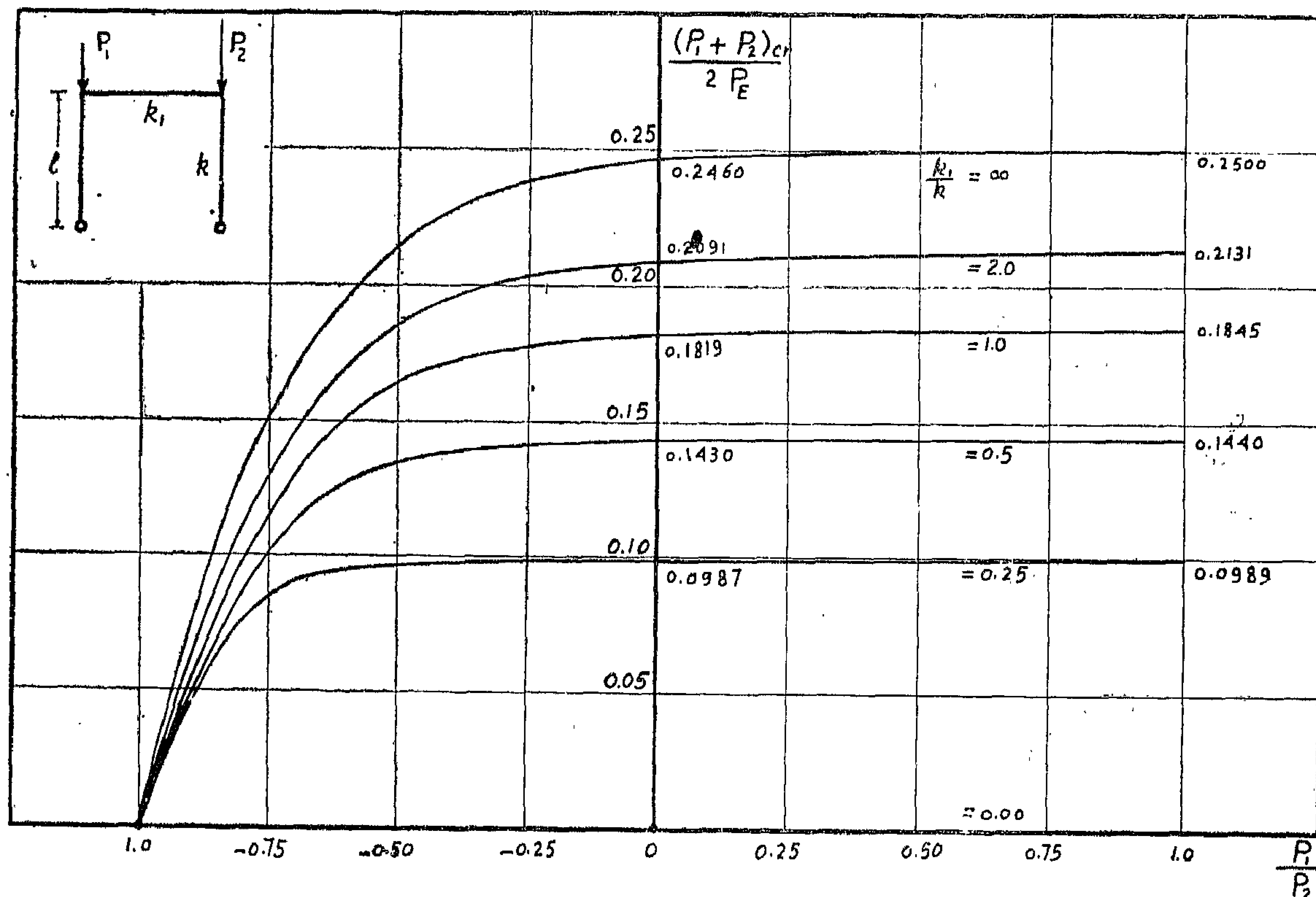


fig.1.

EFFECT OF AXIAL DEFORMATIONS OF THE COLUMNS ON THE ELASTIC CRITICAL LOADS OF MULTI-STOREY RECTANGULAR FRAMES WHEN SIDE SWAY IS PERMITTED.

By

ADEL HELMY SALEM, B.Sc., M.Sc., Ph.D.

Lecturer, Structural Eng. Dept., Ain Shams University.
Cairo, Egypt, U.A.R.

SYNOPSIS

Timoshenko [1] discussed briefly the effect of the axial deformations of the columns on the elastic critical load of a fixed base single storey rectangular frame when side sway is permitted; but no results were presented. In this paper, a complete investigation is made for the effect of such axial deformations on the elastic critical loads of multi-storey frames (up to four storeys); both the cases of fixed ends and pinned ends are treated. The correlation with the battened strut is also discussed.

NOTATIONS :

A = Cross sectional area of columns.

I = Moment of inertia of column (or one element of the column in case of a battened strut).

i = Radius of gyration of columns ($i = \sqrt{I/A}$).

I_1 = Moment of inertia of beams.

N = Number of storeys.

l = Height of one storey.

L = Total height of frame ($L = N l$)

b = Length of beams.

E = Young's Modulus of Elasticity.

k = Stiffness of beams ($k = E \; I/l$).

k_1 = Stiffness of beams ($k_1 = E \; I_1/b$).

P = Vertical loads acting on frames.

P_E = Euler load of column with height "l" ($P_E = \dfrac{\pi^2 EI}{l^2}$).

P_{cr} = Elastic critical load.

ρ = P/P_E.

δ = Lateral displacement.

Δ = Deformations due to axial forces.

V = Axial forces induced in the columns due to side sway of the frame.

λ = Slenderness ratio of columns ($\lambda = l/i$).

F = Factor denoting the effect of axial deformations ($F = \dfrac{\lambda}{l/b} = \dfrac{b}{i}$)

M = Bending moment.

Θ = Angle of rotation.

s & c = Stiffness and carry over factors for fixed end members when side sway is prevented.

n & o = Stiffness and carry over factors for fixed end members when side sway is permitted (sway without external shear).

s, c, n & o are functions of P/P_E and are tabulated in reference number (2).

Clockwise moments and deflections are considered positive.

circle of radius r, and n is the number of wells. The total drawdown at the centre of the circle is equal to the following expression;

$$S_{tn} = \frac{114.6Q}{T}\left[-0.57\, n - \ln \left(\frac{1.87}{Tt}\, r^2 S\right) \right] \quad (31)$$

which is equal to n multiplied by the drawdown caused by each well separately Eq. 31 in terms of spacing L is equal to:

$$S_{tx} = \frac{114.6Q}{T}\left[-0.57 - \ln \frac{1.87\,S}{Tt}\left(\frac{L}{2\sin \pi/n}\right)^2 \right] \quad (32)$$

Eventually, similar solutions can be developed for more multiple well systems adopting the methods of approach used in the proceeding analysis.

REFERENCES

1. Muskat, M., "Flow of homogenous fluids through porous media, New York, McGraw-Hill Book Co., 1947.

2. Theis C.V., The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and deviation of a well using groundwater storage". Trans. Amer. Geophysical Union, Vol. 16. pp. 519-524, 1935.

$$-0.57n - 2n \ln L - n \ln (\frac{1.87S}{Tt})$$

$$- \sum_{x=0}^{n-m-1} \ln [(4+ (x+P)^2]$$

$$- \sum_{x=1}^{m} \ln (4 + (x-P)^2) \}$$

which equals to:

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\Big[-1.71n - 6n \ln L - 3n \ln (\frac{1.87S}{Tt})$$

$$- \sum_{x=0}^{n-m-1} \ln (1 + (x+P)^2)$$

$$(4 + (x+P)^2) (x+P)^2$$

$$- \sum_{x=1}^{m} \ln (1 + (x-P)^2)$$

$$(4 + (x+P)^2) (x+P)^2] \quad (27)$$

If P equals 1/2 Eq. 27 becomes:

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\Big[-1.71n - \ln (\frac{1.87S}{Tt})^{3n} (\frac{L}{2})^{6n}$$

$$- \sum_{x=1}^{n-m} 2 \ln (2x-1) - \sum_{x=1}^{m} 2 \ln (2x-1)$$

$$- \sum_{x=2}^{n-m-1} \ln [(2x-3)^2 + 4]$$

$$- \sum_{x=2}^{m+1} \ln [(2x-3)^2 + 4]$$

$$- \sum_{x=2}^{n-m+1} \ln [(2x-3)^2 + 16]$$

$$- \sum_{x=2}^{m+1} \ln [(2x-3)^2 + 16)] \Big] \quad (28)$$

D. Observation point any where inside the area formed by the wells group. — Assume that the perpendicular distances from the point to the bottom row and the nearest well column to the right are P_2 and P_1, respectively, Fig. 5D. Therefore, the formula for the total drawdown becomes:

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\{ -1.71n - 6n \ln L - 3n \ln (\frac{1.87 S}{Tt}) -$$

$$- \sum_{x=1}^{m} \ln [(P_2^2 + (x-P_1)^2]$$

$$[(1-P_2)^2 + (x-P_1)^2]$$

$$[(2-P_2)^2 + (x-P_1^2)]$$

$$- \sum_{x=0}^{n-m-1} \ln [(P_2^2 + (x-P_1)^2]$$

$$[(1-P_2)^2 + (x-P_1)^2]$$

$$[(2-P_2)^2 + (x+P_1)^2] \} \quad (29)$$

If the point of observation lies midway between any two wells on the middle row Eq. 29 reduces to:

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\{ -1.71n - \ln (\frac{1.87 S}{Tt})^{3n} (\frac{L}{2})^{6n}$$

$$- \sum_{x=1}^{n-m} 2 \ln (2x-)$$

$$- \sum_{x=1}^{m} 2 \ln (2x-1)$$

$$- \sum_{x=2}^{n-m+1} 2 \ln ((2x-3)^2 + 4)$$

$$- \sum_{x=2}^{m+1} 2 \ln ((2x-3)^2 + 4) - \ln$$

$$(\frac{1.87 S}{Tt})^{3n} (\frac{L}{2})^{6n} \} \quad (30)$$

A group of wells on the circumference of a circle.

Assume that the wells are spaced at distances of L ft. along the circumference of a

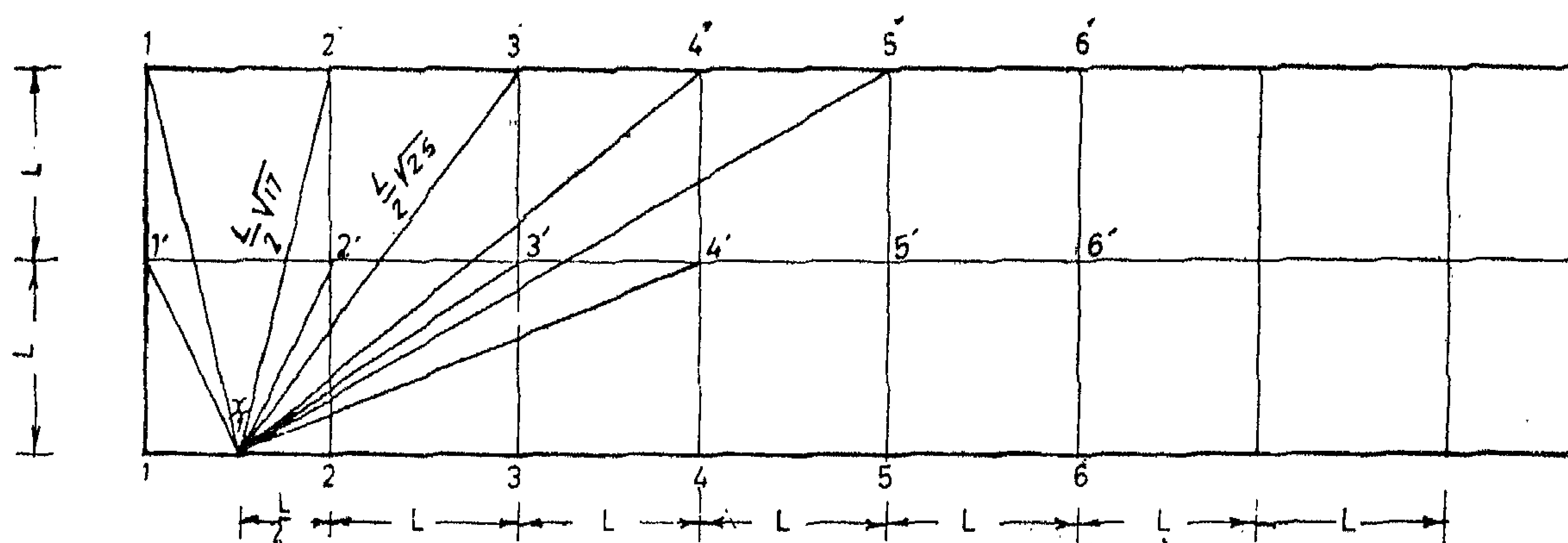


Fig. 5A

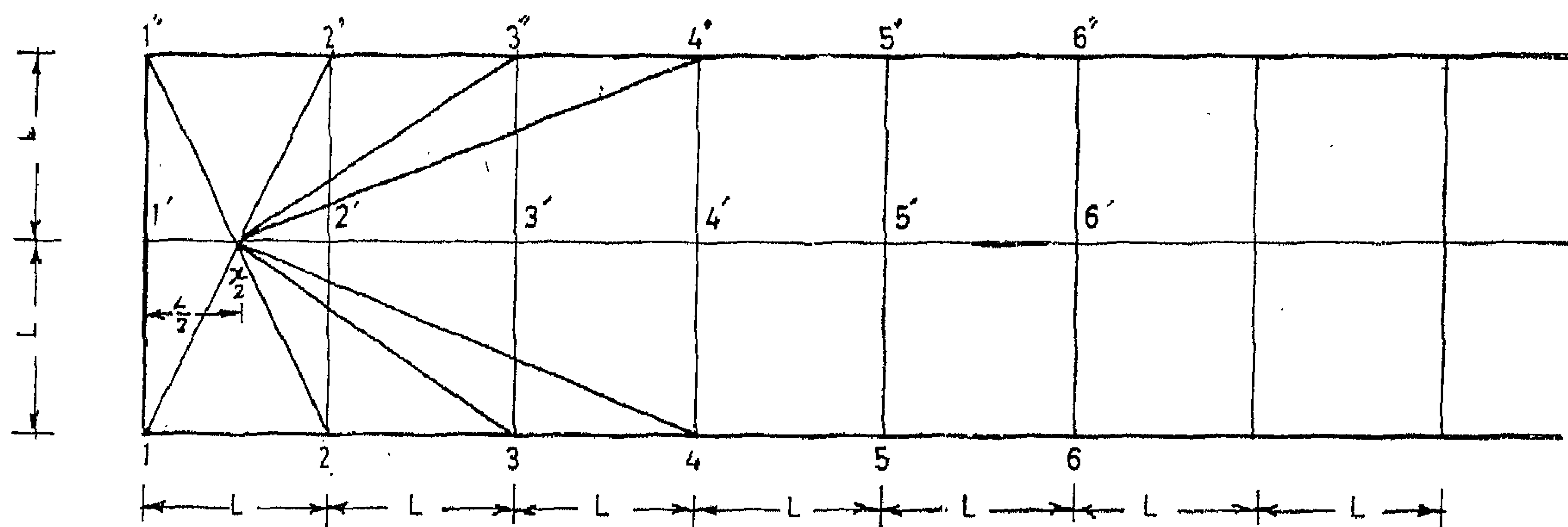


Fig. 5B

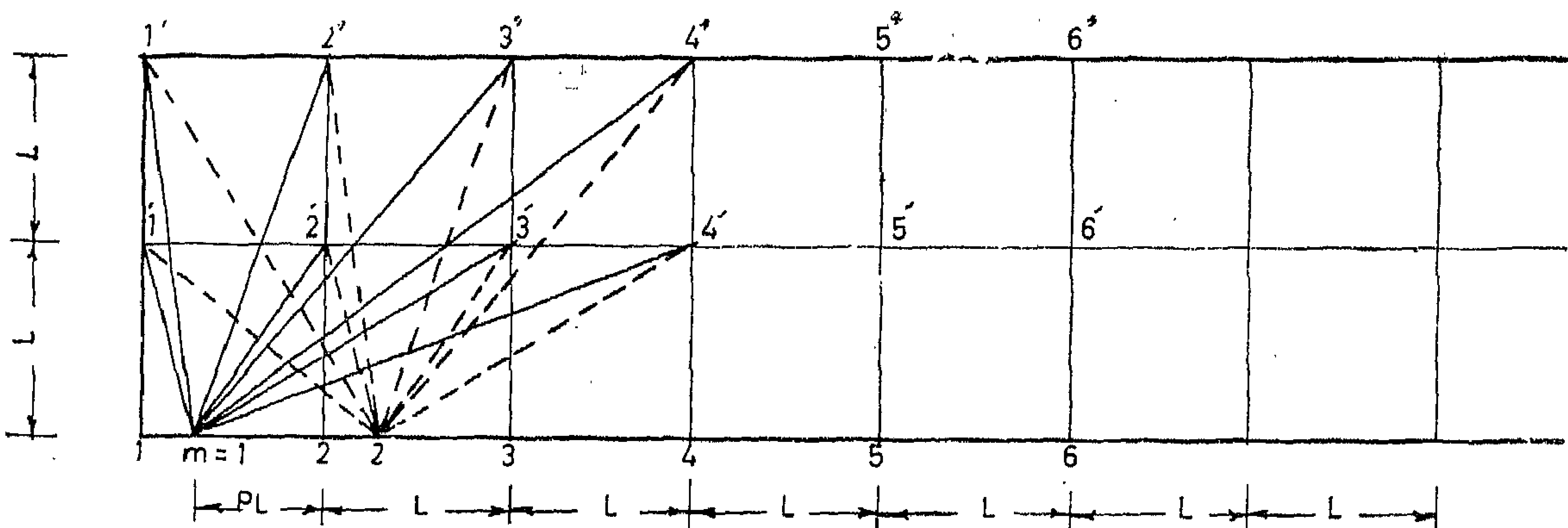


Fig. 5C

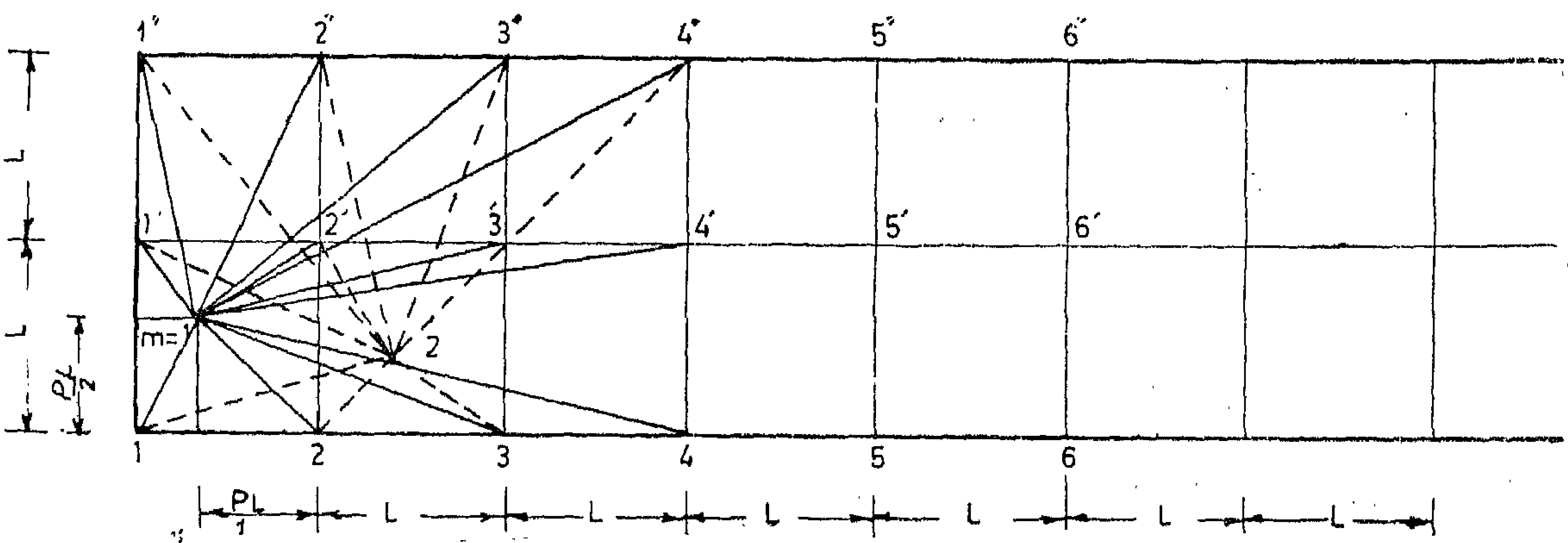


Fig. 5D

FIG. 5 THREE PARALLEL INFINITE ROWS

B. Observation point is inside any square formed by four wells.— Let the points of observation be defined by P_1L and P_2L which are the perpendicular distance from the point to the bottom row, and to the nearest well column — to the right —, respectively, as shown in Fig. 4D. The total drawdown at any of these observation point is :

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\Big\{ -1.14\, n - 4n\, \ln L - 2n\, \ln\left(\frac{1.87\,S}{Tt}\right) - \sum_{x=1}^{m} \ln\, [P_2^2 + (x-P_1)^2]$$

$$[(1-P_2)^2 + (x-P_1)^2] + \sum_{x=0}^{n-m-1} \ln\, [P_2)^2 + (x+P_1)^2] \quad s \quad +$$

$$[(1-P_2)^2 + (x+P_1)^2] \Big\} \qquad (23)$$

A special case arises when P_1, and P_2, are equal to 1/2 and Eq. 23, becomes :

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$-1.14n - 2n\, \ln$$

$$\left(\frac{1.87S}{Tt}\right) - \ln\left(\frac{1}{2}\right)^{2n} (L)^{4n}$$

$$-\sum_{x=2}^{n-m-1} 2\, \ln\, [(x-1)^2 + (x-2)^2]$$

$$-\sum_{x=2}^{m+1} 2\, \ln\, [(x-1)^2 + (x-2)^2] \Big\} \qquad (24)$$

Three parallel infinite rows at a constant spacing.

For this well pattern the equations are developed for: (A) and (B) — points of minimum drawdown; (C) observation point any where between two wells on the bottom or the top rows; and (D), observation point any where inside the area formed by the wells group.

A. Observation point midway between the first two wells. — (Fig. 5A) x, (Fig. 5A) is one of the points where the total drawdown might be minimum inside the well group. The previous equations for the single and the two rows can be used to arrive at the total drawdown at x.

Making the necessary substitutions, this value is found to be

$$S_{tx} = \frac{114.6Q}{T} \Big\{ 0.5499n - 6n\, \ln L - 3n\, \ln$$

$$\frac{S}{Tt} - \ln\, [\, (3\times 5 — (2-3)^2$$

$$(5\times 13 \ldots \{ (2n-3)^2 + 4 \})$$

$$((17\times 25\times \ldots \{ (2n-3)^2 + 16) \}) \Big\} \qquad (25)$$

Where $n > 2$

B. Observation point midway between the first two wells of the middle row.— This point is shown in Fig. 5B as x_2. The total drawdown at this point is equal to :

$$S_{tx2} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\Big\{ 0.67108\, n - 6n\, \ln L - 3n\, \ln\left(\frac{S}{Tt}\right)$$

$$-\, 2\, \ln\;\; 3\times 5\times 7 — (2n-3)$$

$$(5\times 13\times 29 — \{ (2n-3)^2 + 4\} \,] \qquad (26)$$

C. Observation point in any where between two wells on the bottom or top rows. — Let the distance from the observation point to the nearest well at its right equals PL. Therefore, the total drawdown at any of these positions is :

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$-1.14n - 4n\, \ln L - 2n\, \ln\left(\frac{1.87S}{Tt}\right)$$

$$-\sum_{x=0}^{n-m-1} \ln\, [\, (\, (1+(x+P)^2\,)\, (x+P)^2\,]$$

$$-\sum_{x=1}^{m} \ln\, [\, (1+ (x-P)^2\,)\, (x-P)^2\,]$$

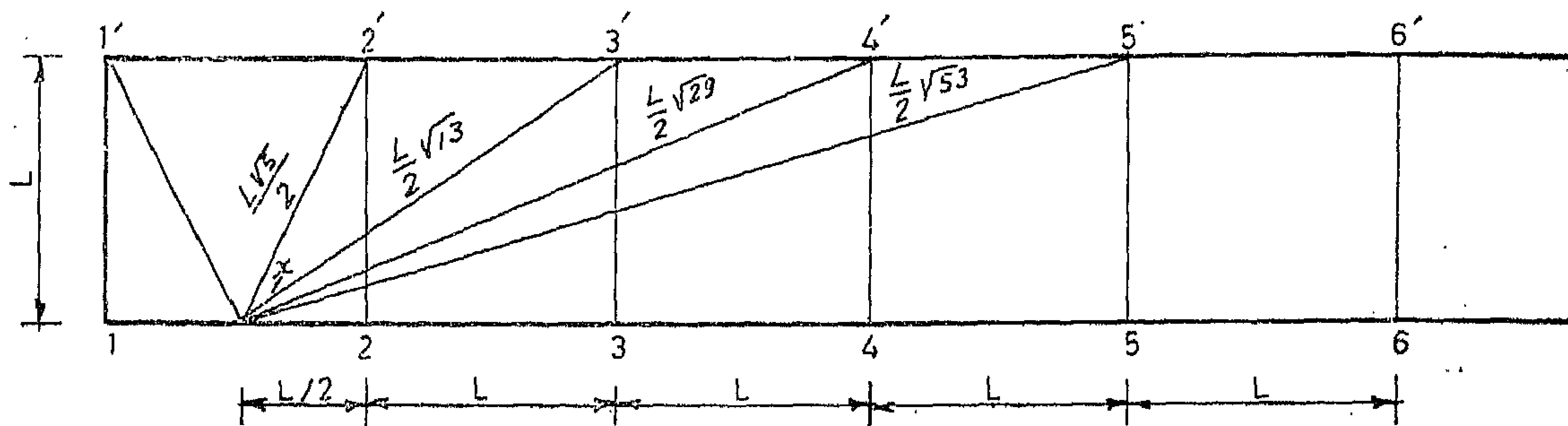


Fig. 4A

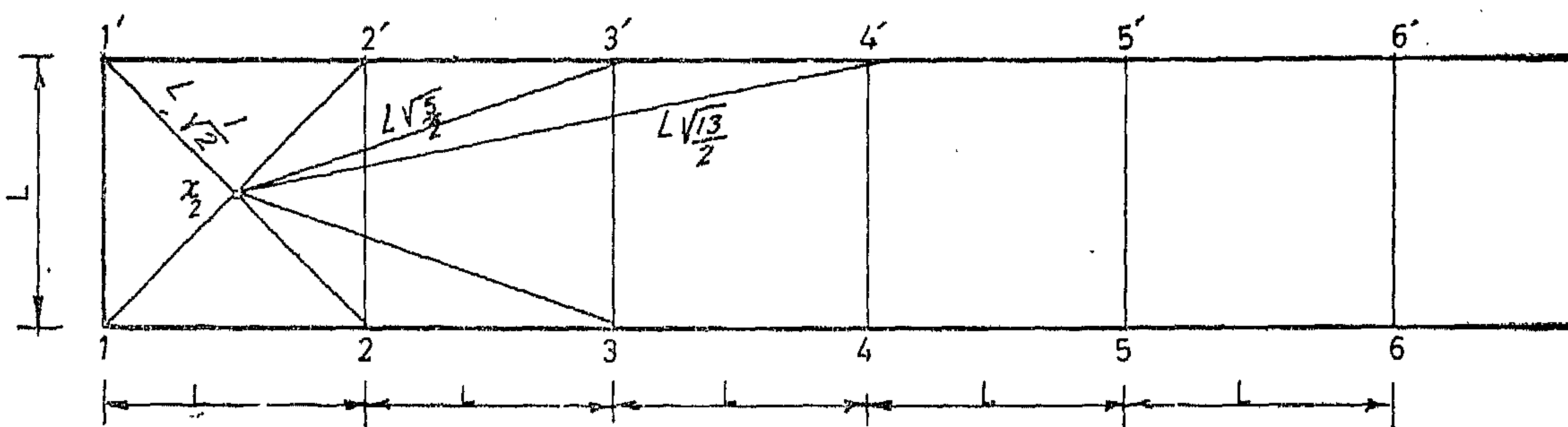


Fig. 4B

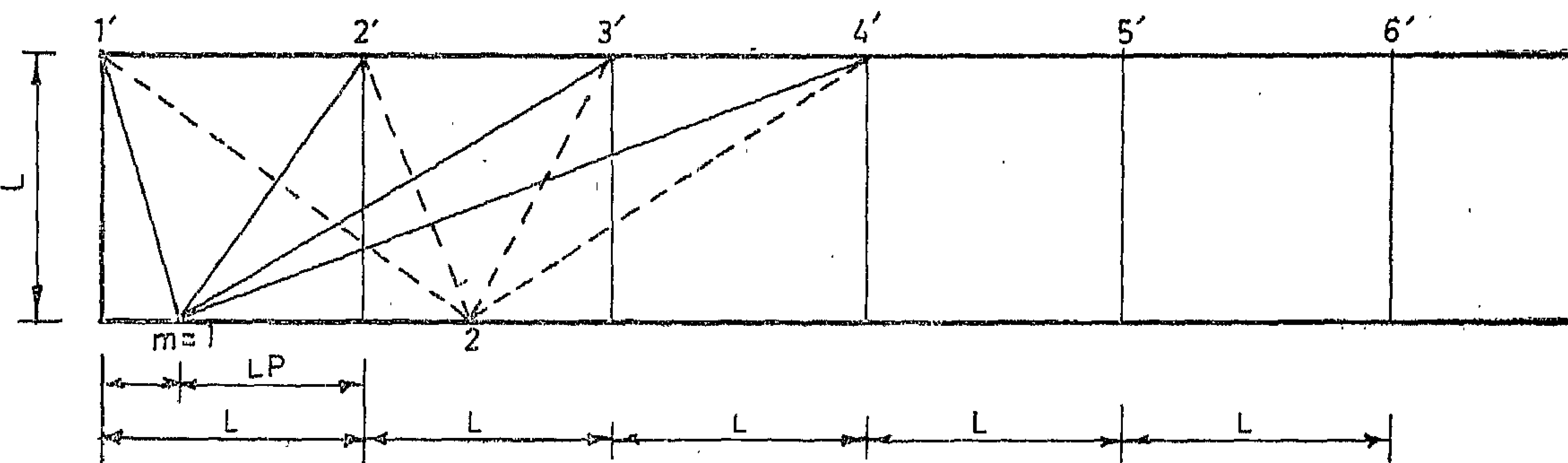


Fig 4C

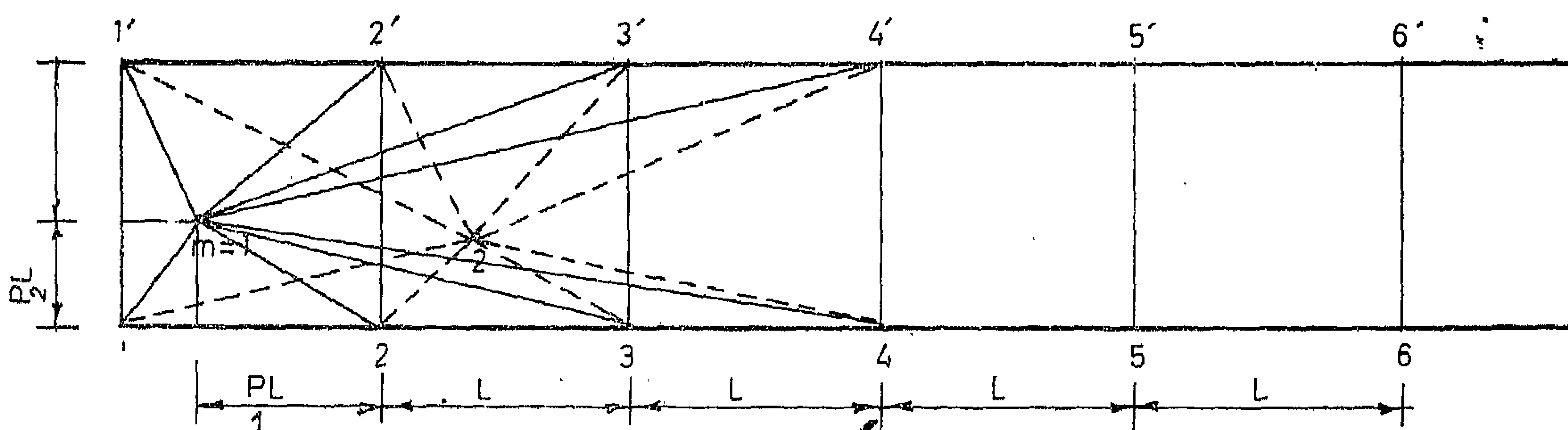


Fig. 4D

FIG. 4 TWO PARALLEL ROWS OF WELLS

the well rows, Fig. 4A. The total drawdown at this point equals to:

$$S_{tx} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$[-2 \times 0.57\, n - \ln (u_1\, u_2\, u_3 \text{ — } u_n) (u_1'\, u_2'\, u_3' \dots u_n')]. \quad (17)$$

and,

$$\ln u_1\, u_2\, u_3 \text{ — } u_n\, u_1'\, u_2' \dots u_n'\ \ln [(1.87)^{2n} (\frac{S}{Tt})^{2n} (\frac{1}{2})^{4n} (L^{4n}) (3 \times 5 \times \text{ — } (2n-3)^2) (5 \times 13 \times 29 \dots \times \{ (2n-3)^2 + 4 \})] \quad (18)$$

Substitution of Eq. 18 into 17 results in,

$$S_{tx1} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$[(0.3666n - 4n \ln L - 2n \ln \left(\frac{S}{Tt}\right) - \ln (3 \times 5 \times \text{ — } (2n-3)^2) (5 \times 13 \times 29 \times \text{ — } \times \{ (2n-3)^2 + 4 \})] \quad (19)$$

Eq. 19 plots a straight line relationship when log t^{2n} is plotted against S_{tx}. The slope of the straight line equals to

$$2.303 \times \frac{114.6Q}{T}$$ from which the coefficient of transmissibility is calculated.

B. Minimum drawdown point inside the area formed by the wells.— Point x_2 (Fig. 4B) is the minimum drawdown point inside the area covered by the wells. It is defined as the cross point of the diagonals of the first square for the well system from either end. The total drawdown at this point is equal to:

$$S_{tx2} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$[(-1.0055\, n - 4n \,.\, \ln L - 2n \ln \frac{S}{Tt} - 2 \ln (5 \times 13 \times 25 \text{ — } \{ (n-1)^2 + n-2)^2 \})] \quad (20)$$

Eq. 20 can be used also to solve for the equifer characteristics.

C. Observation Point is anywhere between any two wells along the rows.— Let the point of observation be at a distance LP from the nearest well to the right, Fig. 4C, and m defines the position of this point with respect to the number of squares from the left of the system. The following equation can be derived for S_{tm}.

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\{ (-0.57 \times n - \ln (\frac{1.87}{Tt})^n - \ln L^{2n} - \sum_{x=0}^{n-m-1} \ln [1 + (x+P)^2] - \sum_{x-1}^{m} \ln [1+(x-P^2] + (-0.57 \times n - \ln (\frac{1.87}{Tt})^n - \ln L^{2n} - \sum_{x=0}^{n-m-1} 2 \ln (x+P) \text{ — } \sum_{x=0}^{m} 2 \ln (x - P)) \}$$

or

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\{ (-1.14n - [4n \ln L + 2n \ln (\frac{1.87\, S}{Tt}) + \sum_{x=0}^{n-m-1} \ln [(1 + (x+P)^2) (x+P)^2 + \sum_{x=1}^{m} (\ln (1+(x-P)^2) (x-P)^2] \} \quad (21)$$

If $P = 1/2$, or the point of observation is midway between any two wells. Eq. 21 reduces to,

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$\{ -1.14\, n - \ln (\frac{1.87\, S}{Tt})^{2n} (\frac{L}{2})^{4n} - \sum_{x=1}^{n-m} 2 \ln (2x-1) - \sum_{x=1}^{m} 2 \ln (2x-1) - \sum_{x=2}^{n-(m-1)} \ln [(2x-3)^2 \mp 4] - \sum_{x+2}^{m+1} \ln [(2x-3)^2 + 4] \} \quad (22)$$

the straight line equals to $\frac{2.303 \times 114.6Q}{T}$ from which T is calculated. From the intercept of the straight line with the t^n axis the aquifer storage coefficient S is calculated.

B. One of wells is the observation Point. — Let the effective radius of each well equal to the actual radius of the well. Therefore, if n is the number of wells in the raw and m is the well number at which the reading is taken (Fig. 3B), the total drawdown at x_m becomes:

$$S_{txm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$[-0.57 n - \ln (\frac{1.875}{Tt})^n$$

$$\{ (m-1) ! (n-m) ! \}^2 L^2 (n-1) r_w^2] \qquad (14)$$

To apply Eq. 14, n should be less than 2 (m-1).

C. Observation point any place between any two wells.— Let m refer to the position number of the observation point (Fig. 3C) and PL is the portion of each span, L, that is to the right of the observation point to the nearest pumped well. The following expressions can be written for the product of r's for different m's.

$m = 1 : r_1 . r_2 . r_3 . r_4 =$
$\{ (L(1-P). LP. L(L+P) L(2+P). L(3+P) ..... \}$

$m = 2 : r_1 . r_2 . r_3 . r_4 =$
$\{ (L(1-P). L(2-P) \}. LP.L(1+P). L(2+P). L(3+P) ......$

$m = 3 : r_1 . r_2 . r_3 . r_4 =$
$\{ (L(1-P). L(2-P). L(3-P). L(4-P) \} . LP.L(1+P). L(2+P) ......$

....

....

From the above equations a general expression for $\ln (r_1^2 \; r_2^2 . r_3^2 — r_n^2)$ can be written. Substitution of this expression in Eq. 10 results in,

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T} [-0.57 n - (\ln (\frac{1.875}{Tt})^n$$

$$+ \ln L^{2n} + \sum_{x=0}^{n-m-1} 2 \ln (x + P)$$

$$\sum_{x=1}^{m} 2 \ln (x - P)] \qquad (15)$$

A graphical solution for the aquifer characteristics can be worked for solutions B and C similar to case A. If the observation point is at midway between any two wells, Eq. 15 is reduced to:

$$S_{tm} = \frac{114.6Q}{T}$$

$$[-0.57 - \ln (\frac{1.87 S}{Tt})^n - \ln L^{2n} -$$

$$\sum_{x=1}^{n-m} 2 \ln (2x-1) - \sum_{x=1}^{m} 2 \ln (2x-1)] \qquad (16)$$

where $n \geqslant 2m$

Two parallel infinite rows of wells at a constant spacing.

Four cases are considered for the problem of two parallel rows of wells; these cases are: (A and B) — minimum drawdown points; (C) — observation point is anywhere between any two wells of the two rows; and (D) — observation point is anywhere inside the square formed by each four wells. The same procedure of forming a general expression for the product of the distances from the wells and substituting in Eq. 8 for the total drawdown was used similar to the one row case.

A. Minimum drawdown point on well rows. — x is the point of minimum drawdown on

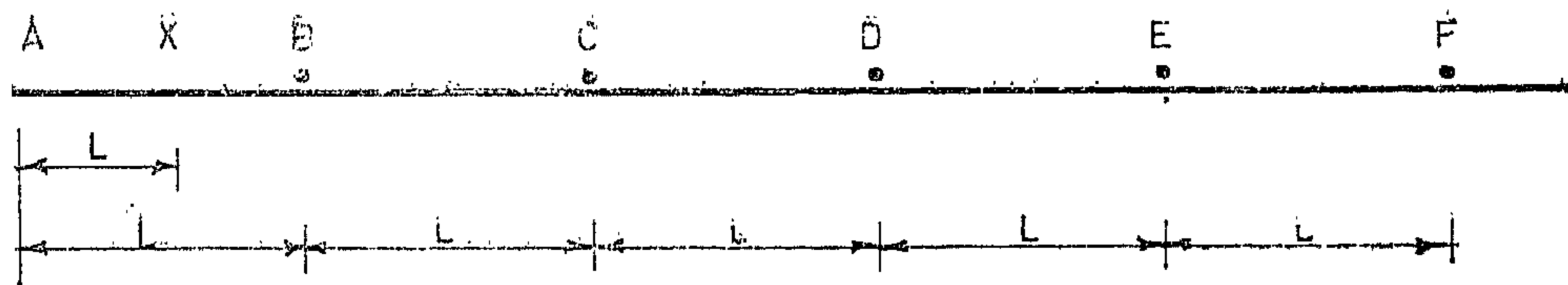


Fig. 3A

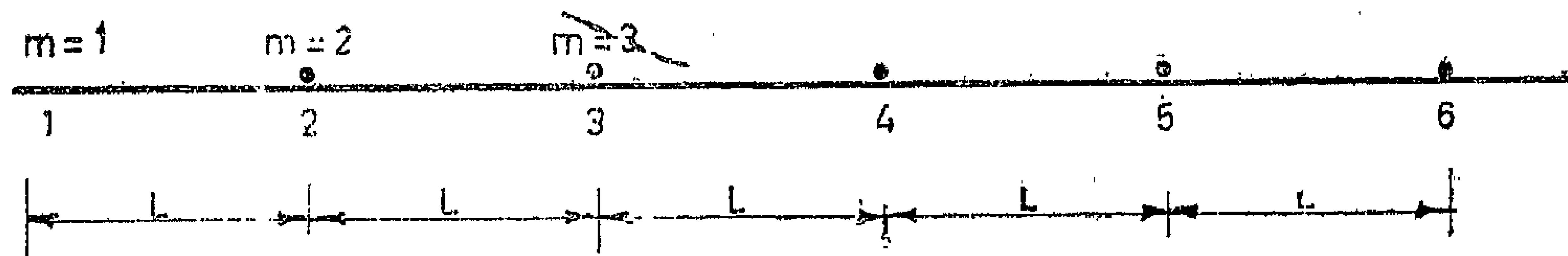


Fig. 3 B

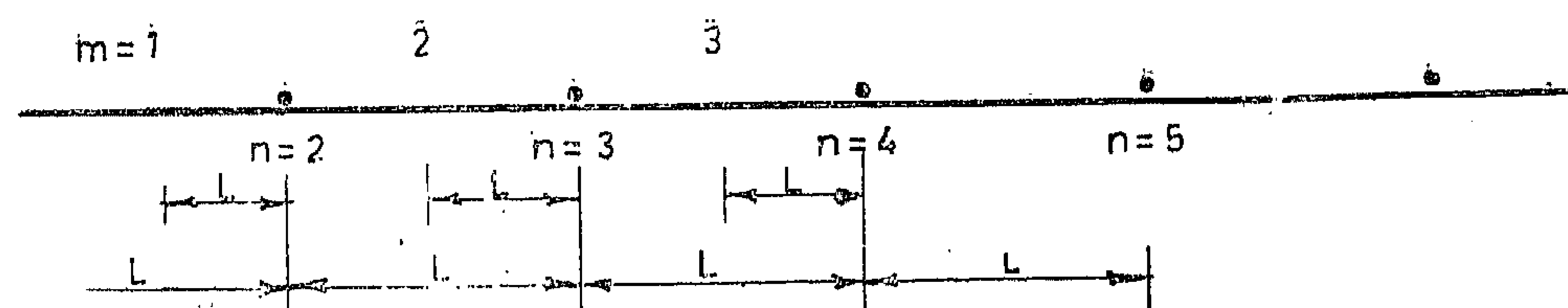


Fig. 3C

FIG. 3 SINGLE ROW OF WELLS AT A SPACING OF L ft.

charge of each. If there are n wells (A, B, C, ... n) and the drawdowns caused by them are respectively S_A, S_B, S_C, .. S_n, therefore

$$S_{tx} = S_A + S_B + S_C + \ldots + S_n , \qquad (7)$$

where S_{tx} is the total drawdown in feet caused by the group at any point x. According to Theis solution,

$$S_t = \frac{114.6}{T} \left[q_A\ W(u_A) + q_B\ W(U_B) + q_C\ W(U_c) + \ldots + q_n\ W(U_n) \right] \qquad (8)$$

where :

$W(U_n)$ is the n th. well function ; $n_n = 1.87\ r^2_n\ S/Tt_n$;

r_n is the distance from the discharging wells to the observation points in feet; S is the storage coefficient; q_n is the pumping discharge of each well in g.p.m.; t_n is the period of operation of the n^{th} well in days; and the transmissibility T in gal/day/ft. Eq. 8 is the general drawdown equation which will be modified for different well system in this study.

The cases discussed are, a single raw of wells, two rows of wells, three rows, and a group of wells on the circumference of a circle. In the analysis reported here, it was also assumed that, (1) all wells start at the same time; (2) The wells pumping rate is the same and equals Q ; (3) the aquifer characteristics are constant and the same for well locations ; (4) wells spacing is constant and equals L ; and (5) the time of pumping, t, is sufficiently large that u is equal or less than 0.01, therefore, W (u_n) can be taken as :

$$W(u_n) = (-0.57 - 1n\ U_n) \qquad (9)$$

Eqs. 7, 8 and 9 will enable the calculation of the drawdown for any system.

Single row of wells at a spacing of L ft.

Consider an infinite line of wells at a constant spacing and penetrating an areally extensive aquifer as shown in Fig. 3. Drawdown formulas are developed for three cases : (A) when the observation point is at the minimum drawdown location inside the line; (B) if one of the wells is the observation point; (C) if the observation point is anywhere between any two wells.

A. *Point of minimum drawdown.* — The minimum drawdown, at any time, inside the line of wells is at point x, Fig. 3A. It is equal to : (according to Eqs. 7, 8 and 9).

$$S_{tx1} = \frac{114.6Q}{T} \left[(-0.57 - 1_n\ u_A) + (-0.57 - 1_n\ u_B) + \ldots + (-0.57 - 1n\ U_n) \right]$$

or

$$S_{tx1}' = \frac{114.6Q}{T} \left[-0.57\ n - 1_n\ (U_A\ U_B \cdots U_n) \right], \qquad (10)$$

where

$$u_A\ u_B - u_n = (1.87)^n \frac{(S)^n}{Tt}\ r_A^2\ r_B^2 - r_n^2$$

and

$$u_A\ u_B - u_n = (1.87)^n \frac{(S)^n}{Tt} \frac{(L)^2}{2} \frac{(L)^2}{2} \cdot \left(\frac{L+L}{2}\right)^2 \left(\frac{2L+L}{2}\right)^2 \cdots \left(\frac{(n-2)L+1}{2}\right)^2 \qquad (11)$$

Substitution of Eq. 11 into Eq. 10 yields,

$$S_{tx1} = \frac{114.6Q}{T} \left[0.1833\ n - 2n\ 1n\ L - n\ 1n \frac{(S)}{Tt} - 2\ 1n\ (3 \times 5 \times 7 \cdots \times (2n-3) \right] \qquad (12)$$

If the number of wells are known, pumping rates and the aquifer characteristics, the drawdown at x_1 can be calculated from Eq. 12. The same equation can be used to solve for T and S as follows : Eq. 12 can be put in the form

$$S_t = \frac{114.6Q}{T} \left[1n\ t^n - 1n \left(\frac{S}{T}\right)^n L^{2n}\ e^{-0.1833n}\ (3 \times 5 \times 7 —)^2 \right] \qquad (13)$$

Eq. 13 plots a straight line on a semi-logarithm plot of $1n\ t^n$ versus S_t. The slope of

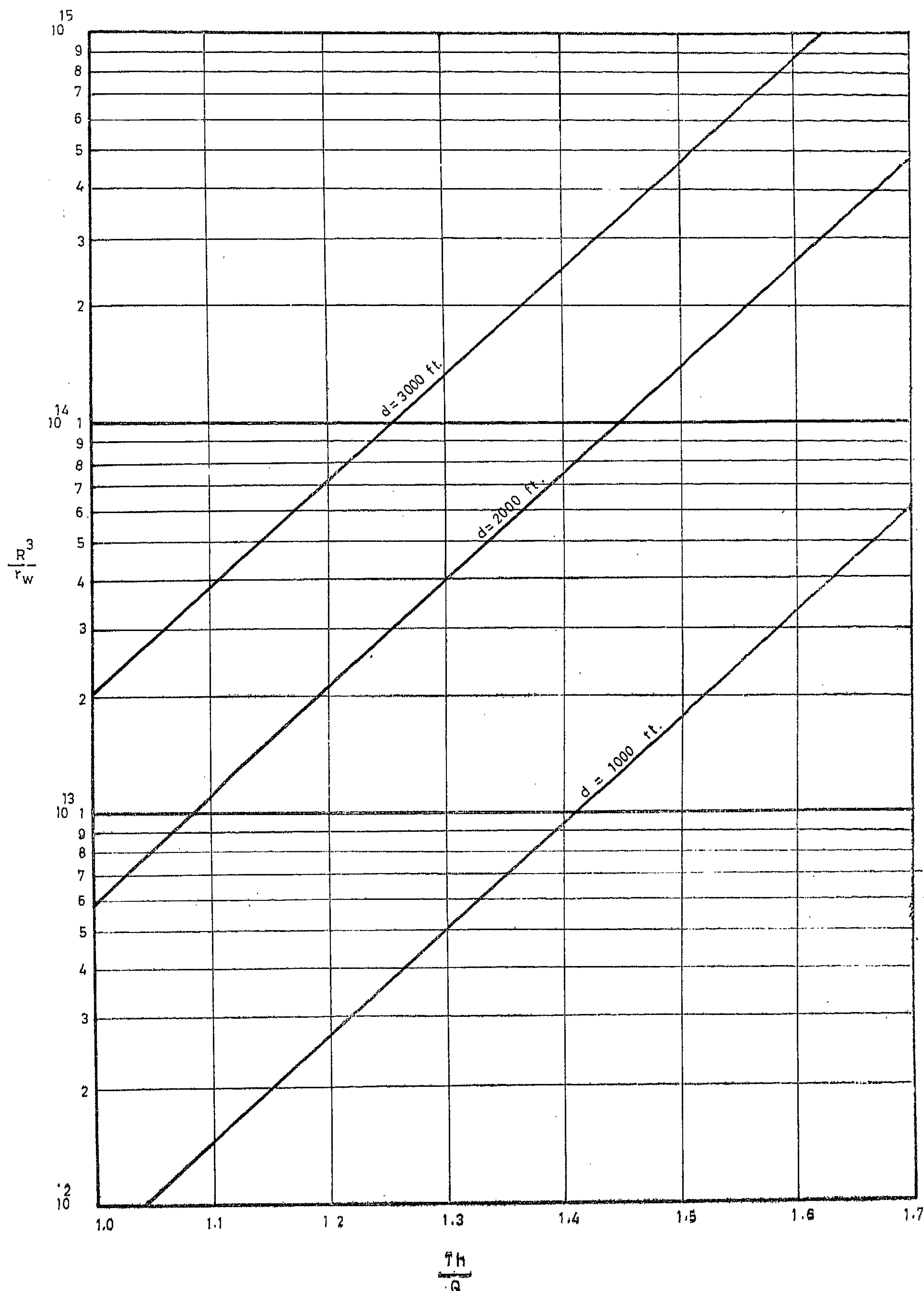


FIG. 2 INFLUENCE OF 4 WELLS EACH ON A CORNER OF A SQUARE

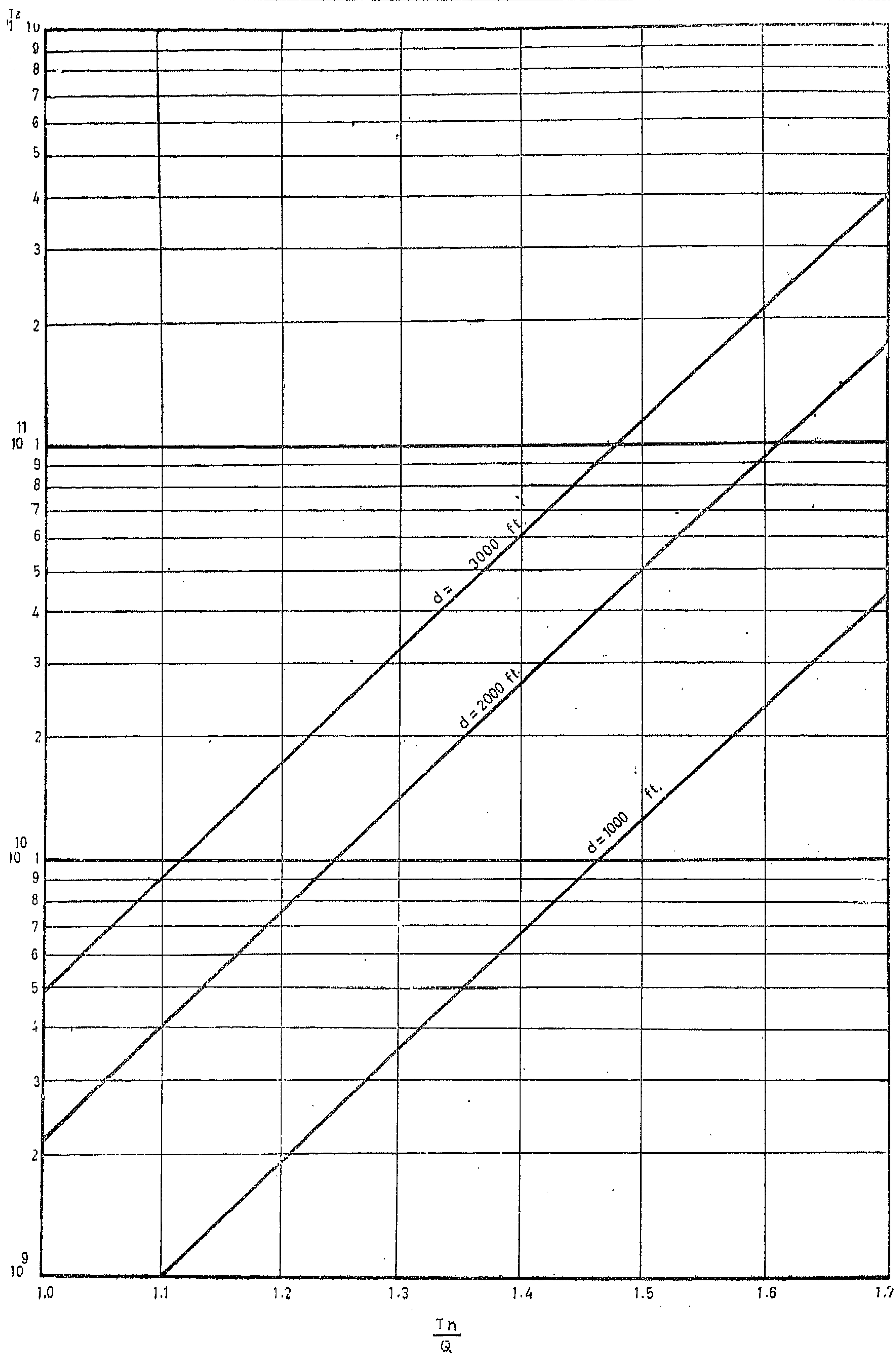


FIG. 1 INFLUENCE OF 3 WELLS IN TRIANGULAR PATTERN

square, wells in single dna double rows, and staggered systems are among the many different patterns by Muskat. Some of the facts which can be noticed from the equations for well patterns are: (1) for the same production rate from two wells system one well is needed with a radius of $r_w d'_w$, where r_w is the radius of each well and d_w is the distance between them; (2) Also as the number of wells in the group increases the mutual interference increases, so that the production capacity per well decreases; (3) To obtain a maximum effect of staggering the wells, it will be supposed that the several lines are mutually shifted parallel to themselves by half of the well spacing.

Graphical solutions for two examples of well patterns are included in the following two sections.

Three wells in a triangular pattern — If the wells are on the corners of an equilateral triangle, the equation for the discharge of each, resulting from the general equations 1 and 2, will be as follows:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \frac{2 \pi T (he\text{-}Rw)}{\ln \frac{R^3}{twd^2}} \quad (3)$$

where T is the coefficient of transmissibility of the aquifer; and d is the distance between wells.

Eq. 3 can be put in the form,

$$\log d^2 + \frac{2 \pi}{2.303} \frac{(T h)}{Q} = \log \frac{R^3}{r_w} \quad (4)$$

For a constant d, Eq. 4 plotts a straight line of $\log \frac{R^3}{r_w}$ versus $\frac{Th}{Q}$ as shown in Fig. 1. A family of these straight line can be drawn for different spacings and for a wide range of $\frac{Th}{Q}$, and provides a simple graphical method to solve for either the radius of influence of the group or the yield.

Four wells each on a corner of a square — The equation for each well was described by Muskat as follows:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = \frac{2 \pi T (he-Rw)}{\ln (R^4 / \sqrt{2}\, t_w d^3)}, \quad (5)$$

$$\text{or } \log \frac{R^4}{rw} = \log \sqrt{2}\, d^3 + \frac{(2 \pi)}{2.302} \frac{Th}{Q} \quad (6)$$

Eq. 6 plots again a straight line of $\log \frac{R^4}{r_w}$ versus $\frac{Th}{Q}$ for any particular spacing, d. Such relationship is shown in Fig. 2 for spacings of 1000, 2000 and 3000 feet.

It is, then, possible by the same procedure to prepare these plots for any multiple well system where the equations of flow are known.

The range of $\frac{Th}{Q}$ is from about 1×10^{-4} to 500 for problems that fall in the following ranges of T, h, and Q:

T: 1×10^{-4} ft²/sec to 1.0 ft²/sec;
h: 5 ft. to 100 ft; and
Q: 100 g.p.m. to 2000 g.p.m.

NONSTEADY STATE SOLUTIONS

If nonsteady state solutions are required, the specifying of a minimum water-table depth and a period of pumping before this level is reached become very important in designing a well system. These depend on many factors among which are the following:

1. Root zone depth and type of cultivated plants at the different stages of growth;
2. Subsurface soil type; and
3. The leaching requirements.

The application of this nonequilibrium formula (2) or its modifications does not give a direct solution for multiple well problems. Some additional assumptions are required beside the classical ones already made when the formula was derived. In the following analysis it was assumed that the drawdown at any point on the cone of depression caused by the pumping of several wells is equal to the sum of the drawdowns caused by the dis-

ness of a single well with a minimum amount of interference from other wells and movement of ground water. Careful evaluation of the seasonal fluctuations in the water-table and and will determine the periods for which pumping may be required.

Generally, the design of drainage well systems involves some assumptions. In this study it is assumed that the initial water depth in the wells and well diameters are the same, so that the effects of well number and spacing on yield of the well system may be attributed entirely to these factors. It is also assumed that the wells have a small diameter. Also the wells are distributed over an area which is small compared to the total area of the aquifers supplying water to the region of well influences such that the assumption of an infinitely extended aquifer applies. Therefore, the most important parameters involved in the design of a well system are as follows :

1) The minimum water-table depth to be maintained during the plant growing season.
2) The period required to drawdown the water-table to the desired depth.
3) The period through which the water-table is higher than the minimum specified depth.
4) Number, spacing and arrangement of the well systems.
5) Well depth and diameter.
6) Characteristics and thickness of the water bearing materials.

With the above information one is then able to consider the most appropriate analytical or graphical solution such as the steady and non-steady state solutions. A discussion of these follows.

As a first approximation, the number and spacing of wells may be obtained by solutions given by Muskat (1) for the steady state conditions or by the graphical solutions developed in this study. Such a well system will be composed of several groups of wells, three, four or more wells in simple geometric patterns. Once the total number of wells required and spacing are determined further refinement is possible by considering the non-steady state solutions developed here. The well system will be considered then as one group.

STEADY STATE SOLUTIONS

The steady state solutions for multiple well systems are all based on the general logarithm pressure distribution for one well, i.e.,

$$\frac{Q}{2 \, n \, K} \log r.$$

Adding together a number of these terms, the sum will represent the solution for the pressure distribution or the drawdowns due to a number of wells where the flow to each well satisfies Laplace's equation. Defining a water depth of h_j inside a well radius r_j, and a total saturated thickness of the aquifer h_o over the circle of influence of the wells of radii R, therefore for a group of wells Muskat showed that [1]

$$h_j = c + \frac{Qj}{2 \pi Km} \log r_j + \frac{1}{2 \pi Km} \Sigma' Q_j \log r_{ij}. \qquad (1)$$

and

$$h_o = c + \frac{1}{2 \pi Km} \Sigma \; Q_j \; \log \; R , \qquad (2)$$

where the prime of Eq. 1 denotes the omission of the term $J = i$; C is a constant which may be chosen so that the average aquifer saturated thickness or pressure on the external circular boundary takes a preassigned value; K is the permeability of the water bearing material; m is the thickness of the aquifer ; Q_j is the discharge of each well; and r_j is the distance from each well.

Eqs. 1 and 2 are the fundamental equations for well systems, they permit the determination of the well yield Q_j if h_j and h_o are specified. Muskat derived several expressions for the drawdown that is caused by many different geometrical well patterns. Two wells, three wells, 4 wells at the corners of a

CONSIDERATIONS OF MULTIPLE WELL SYSTEMS FOR DRAINAGE

By

Dr MAHMOUD A. ABU-ZIED

Dept. of Ground Water Research, Ministry of Irrigation

SUMMARY

Pumped wells have been used extensively for drainage. They are, however, most economical where the water pumped is employed for irrigation or some other useful purpose. But, if the water quality is so poor that it cannot be used for irrigation, development of pumped drainage may not be economical.

The prior discussions and developments, reported here, were particularly concerned with design criteria of different multiple well systems under both steady and nonsteady state conditions. Nonsteady state equations are useful also in predicting the time required to lower the water - table by a system of wells following an irrigation.

Nevertheless, assumptions and limitations placed on some of the solutions should be recognized. These were put to simplify the analytical procedure.

INTRODUCTION

One of the effective methods of drainage is by the use of wells. In some cases pumped wells may be the only feasible method; such as when a shallow impermiable layer is present which prevents surface or subsurface drainage or when salinity is involved. In the latter case recirculation of pumped water from wells usually reduces the salt concentration and assists leaching. On the other hand, water pumped for drainage may be put to use for irrigation purposes thereby developing an additional benefit. If the water pumped can be sold for irrigation purposes the cost of drainage is reduced considerably by the revenue obtained from selling the water, assuming that the quality of the water is satisfactory for irrigation.

Two major factors should be thoroughly investigated if drainage by pumping is used. First, the effectiveness of a well or a system of wells to maintain a reasonable water-table depth during the high water-table season, and second, the amount of water pumped and the possibility of re-using it for irrigation. It should be noted that these are interrelated.

In this study, only the methods of designing well groups are discussed. This includes consideration of steady and non-steady state conditions. For the steady state case, graphical solutions are developed. These are proposed as being a more rapid procedure for obtaining results than the existing analytical solutions. For the non-steady state conditions, formulas are developed for several arrangements of multiple well systems.

DESIGN CONSIDERATIONS

There are several factors that should be considered in the design of well systems. These are necessary to determine depth and characteristics of the water bearing materials. These studies are the basis for choosing the spacing and the number of wells and to estimate the amount of water that may be obtained by pumping. Next, pumping tests on representative wells within the study area should be conducted to evaluate the effective-

positions when 3, 5 or 7 rivets are used. The values of the forces carried by the rivets in each case and their directions have been also given in the same figure. These results are most interesting as they offer an important clue to the way in which beams, reinforced in the way given, do behave under load.

DISCUSSION

It is seen from the results of the given problem that the maximu deflection of the amain beam at the middle section alters only slightly when the number of rivets exceeds five as summarised in table (1).

Table (1)

No. of rivets used	Deflection at the middle section in cm.	%age of decrease in deflection w.r.t. the no rivet case
—	0.6440	—
3	0.4998	22.4
5	0.4887	24.1
7	0.4851	24.7

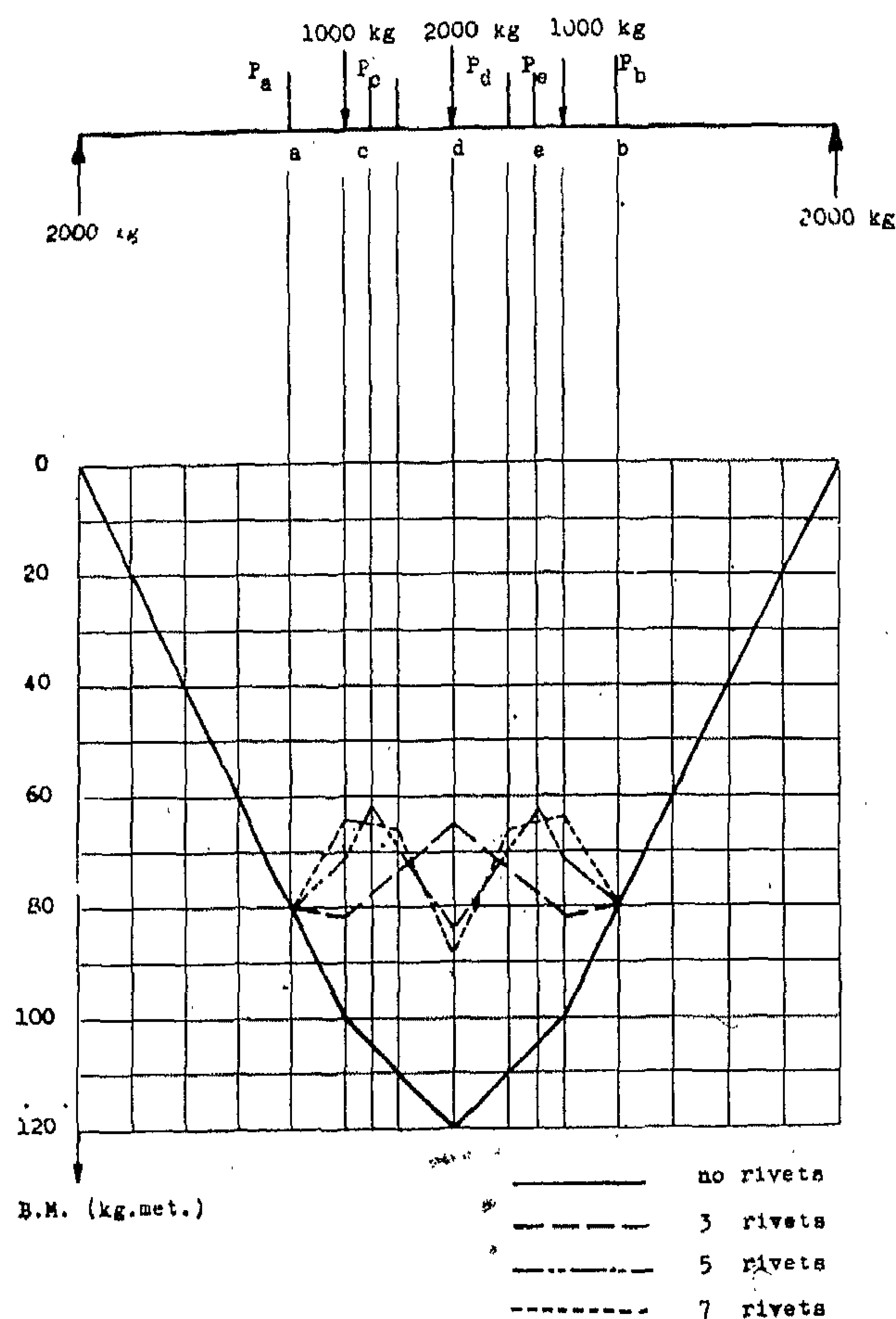


Fig.(5) B.M. Diagram for Main Beam

An interesting point is reached concerning the forces carried by the rivets where the maximum values in the 7-rivets case are noted to be very near to that carried by the middle rivet in the case of 3-rivets. This may help designers to get through simple calculations the approximate value of the maximum forces carried by the end rivets when a large number of rivets are used by reducing the problem to a 3-rivet one. With regard to the forces carriel by the middle rivets when more than 7-rivets are used, their values are expected to approach a rather steady value.

In Fig. (5) the bending moment diagrams for the main beam are shown where it is noted that the maximum values are almost the same for all cases in spite of them being at different sections when comparing the 3-rivet case to the other ones. As a result of this the side plates in the case of 3-rivets are carrying higher stresses due to bending than in the main beam. It is also interesting to notice that the maximum stresses due to bending in the main beam, when more than 3-rivets are used, are nearly the same to those existing in the side plates while their positions are different from each other.

CONCLUSIONS

The general equation (2) derived in this paper was found simple to use when calculating the deflection at any section of a loaded simply supported beam. This applies to beams of either solid cross-section or built-up one by means of rivetting along part of its length.

10 × 0.5 cm. successively. The material used is the same for the main beam and the reinforcement, having $E = 2 \times 10^6$ kg/cm².

SOLUTION :

Since the beam is symmetrically reinforced and loaded, hence the forces carried by the rivets on one side of the central section of the beam are the same with the corresponding rivets on the other side of the plane of symmetry. Similarly is the case with the deflections.

i.e. $P_a = P_b$, $P_c = P_e$
& $\delta_a = \delta_b$, $\delta_c = \delta_e$

Accordingly the number of unknowns are reduced from 5 to 3 and 3 equations only are required for their determination.

$$2 P_a + 2 P_c + P_d = 0 \qquad (11)$$

$$\delta_c = \delta_a + \delta_c' \qquad (12)$$

$$\delta_d = \delta_a + \delta_d' \qquad (13)$$

By using the general equation No. (2), equations (12 & 13) can be rewritten in terms of P_a (P_c & P_d .

$$\delta_a = \frac{1}{6 \, E \, I \, L}$$

$$\{ 100 \{ 40^2 (120 - 40) 2000 \} + 40 \{ 100^2 (300\text{-}100) 2000 - 60^2 (300 - 60) P_b - 50^2 (300-50) 1000 - 45^2 (300 - 45) P_e - 30^2 (300 - 30) (P_d + 2000) - 15^2 (300 - 15) P_c - 10^2 (300-10) 1000 \}$$

i.e. $\delta_a = K \{ 14000 - 3.456 P_a - 2.322 P_c - 0.972 P_d \}$

SIMILARLY

$$\delta_c = K \{ 17057 - 2.6258 P_a - 1.1138 P_c - 0.297 P_d \}$$

$$\delta_d = K \{ 18144 - 2.268 P_a - 0.6143 P_c \}$$

The deflections in the side plates relative to line ab can be computed by using equation (2) as well

$$\delta_c' = \frac{1}{6 \, E \, I' L'}$$

$$\{ 45 \{ 15^2 (45\text{-}15) P_a \} + 15 \{ 45^2 (135\text{-}45) P_b + 30^2 (135\text{-}30) P_e + 15^2 (135\text{-}15) P_d \} \}$$

$$= K' \{ 0.30375 P_a + 0.14175 P_c + 0.0405 P_d \}$$

Similarly $\delta_d' = K' \{ 0.324 P_a + 0.10125 P_c \}$
as $L = 140$ cm, $L' = 60$ cm, $1 = 2 I'$

$$\text{hence } K' = \frac{14}{3} K$$

After substituting and equating the values of deflections in equations (12 & 13) the following equations are derived.

$$3057 - 0.5873 P_a + 0.5467 P_c + 0.486 P_d = 0$$

$$4144 - 2.268 P_a - 0.7088 P_c = 0$$

The previous equations combined with equation (11) will lead to the following results :

$P_a = P_b = + 2880$ kg. , $P_c = P_e = - 3370$ kg.
& $P_d = + 980$ kg.

The amount of deflections that the main beam and the side plates undergo at several sections due to the external loads acting on the main beam can then be calculated once the values of P_a, P_c & P_d are known.

Fig. (4) illustrates the values of the deflections calculated in the previous manner at 7

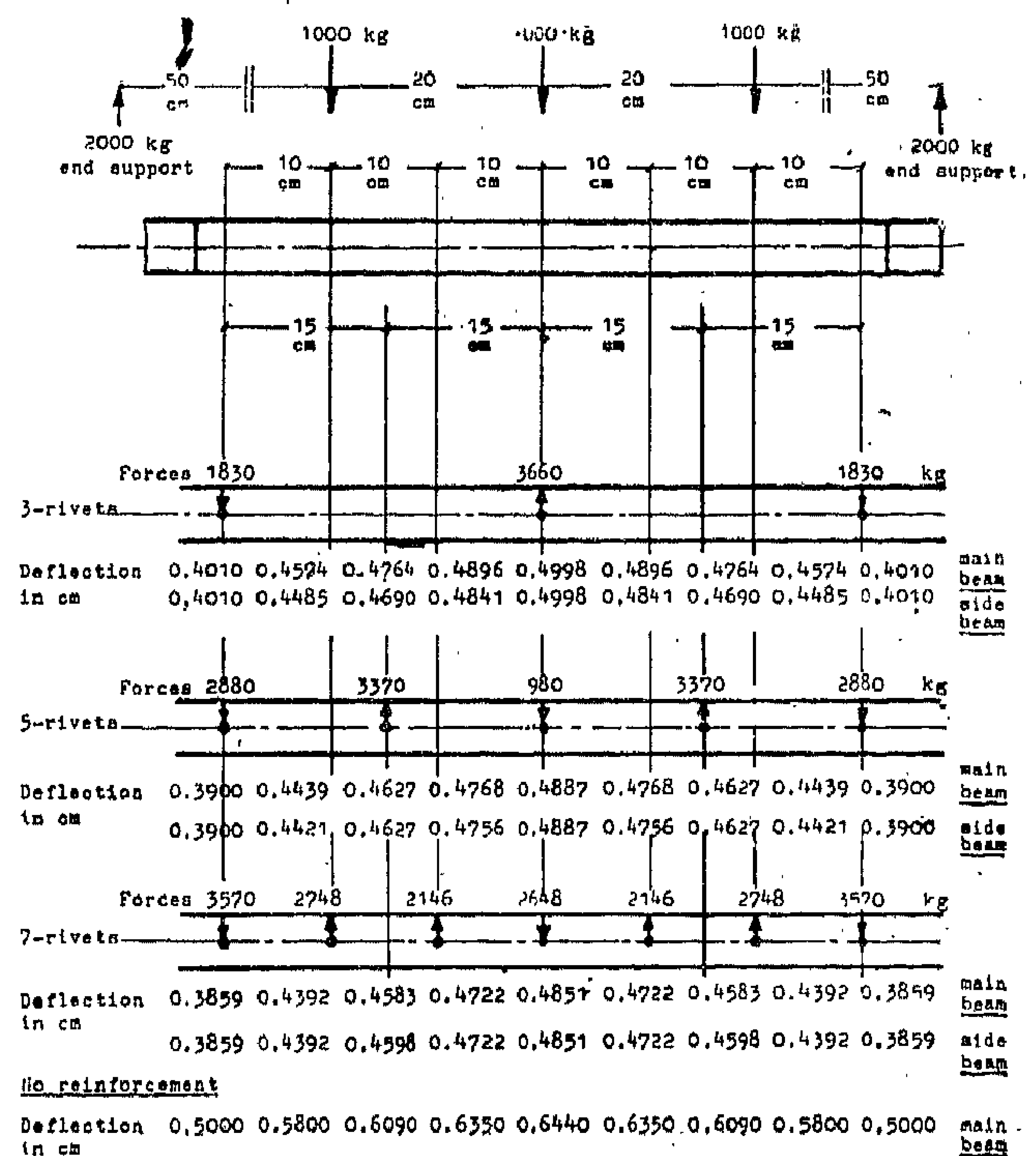


Fig (4). Deflections and forces carried by the rivets in relation to the number of rivets used.

The side plates will be treated as beams simply supported at the end rivets and loaded in the middle part by the forces produced by the three middle rivets as shown in Fig. (2). First of all the deflections δ_c', δ_d', δ_e' shown in Fig. (1)c are calculated relative to the line ab joining the end rivets a & b. These equations can be obtained in the same method used with the main beam by using equation (2) after substituting the new respective values for the constants and parameters corresponding to the beam ab.

If the main beam is symmetrically reinforced and loaded as given in Fig. (1), so the deflections at sections c, d & e in the side plates with respect to line AB are having the following values:

$$\delta_c = \delta_a + \delta_c' \qquad (5)$$

$$\delta_d = \delta_a + \delta_d' \qquad (6)$$

$$\delta_e = \delta_a + \delta_d' \qquad (7)$$

The values of δ_a, δ_c, δ_d & δ_e correspond to deflections of sections a, c, d & e on the main beam relative to line AB. Hence equations (5, 6 & 7) with equations (3 & 4) complete the set of equations required to determine the unknown reacting forces from the rivets i.e. P_a, P_c, P_d, P_e & P_b.

If the main beam is not symmetrically loaded or reinforced, the deflection curve is not going to be symmetrical either. Therefore equations (5, 6 & 7) need some alteration in order to give results very near to the actual values especially when the deflection of the beam is relatively small which is the case with most engineering problems. The new corrected equations are as follows:

$$\delta_c = \delta_a + \delta_c' - \frac{Xc}{L'}(\delta_a - \delta_b) \qquad (8)$$

$$\delta_d = \delta_a + \delta_d' - \frac{Xd}{L'}(\delta_a - \delta_b) \qquad (9)$$

$$\delta_e = \delta_a + \delta_e' - \frac{Xe}{L'}(\delta_a - \delta_b) \qquad (10)$$

APPLICATION ON A NUMERICAL EXAMPLE:

Fig. (3) illustrates a simply supported beam, 140 cm. long, loaded symmetrically by the given forces and reinforced in the middle portion, along a length of 60 cm, by means of two side plates. The rivets used are spaced symmetrically relative to the central section of the main beam. The number of rivets used are successively 3, 5 & 7.

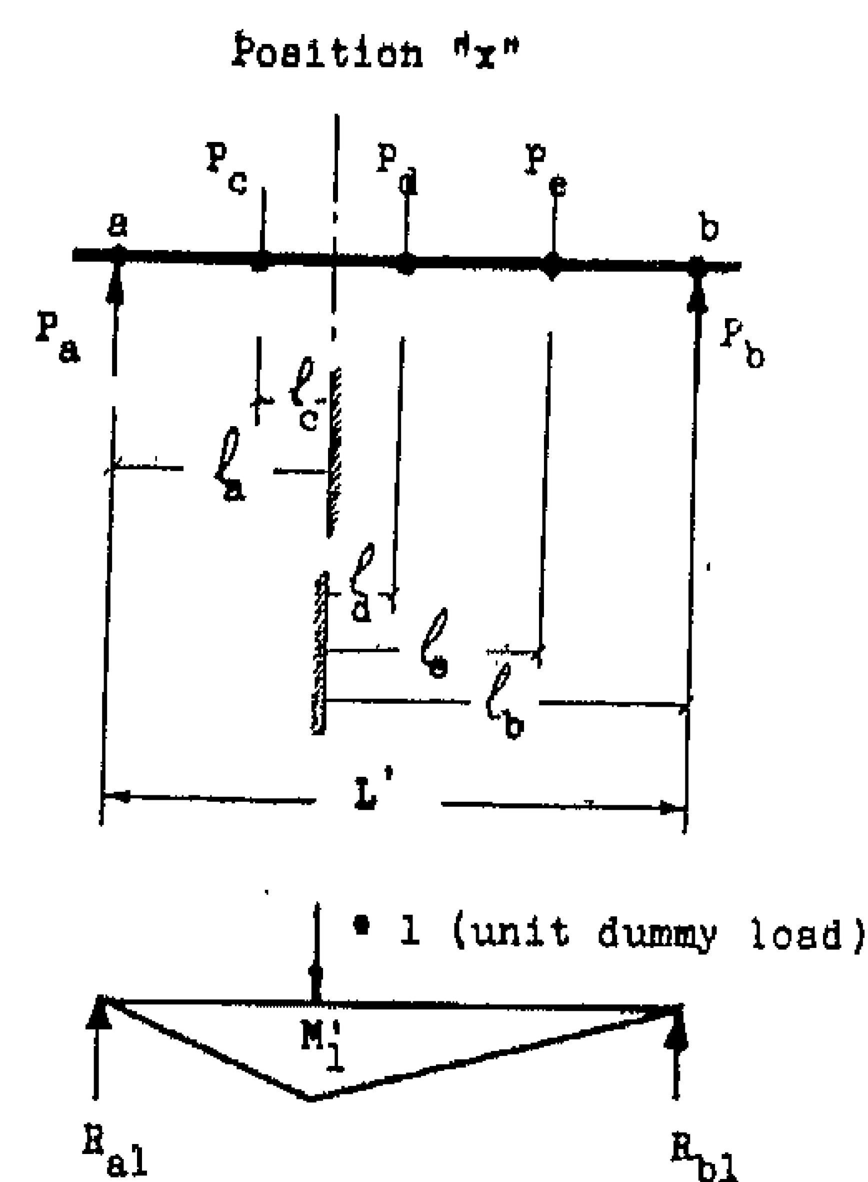


Fig.(2) B.M.D. due to dummy load

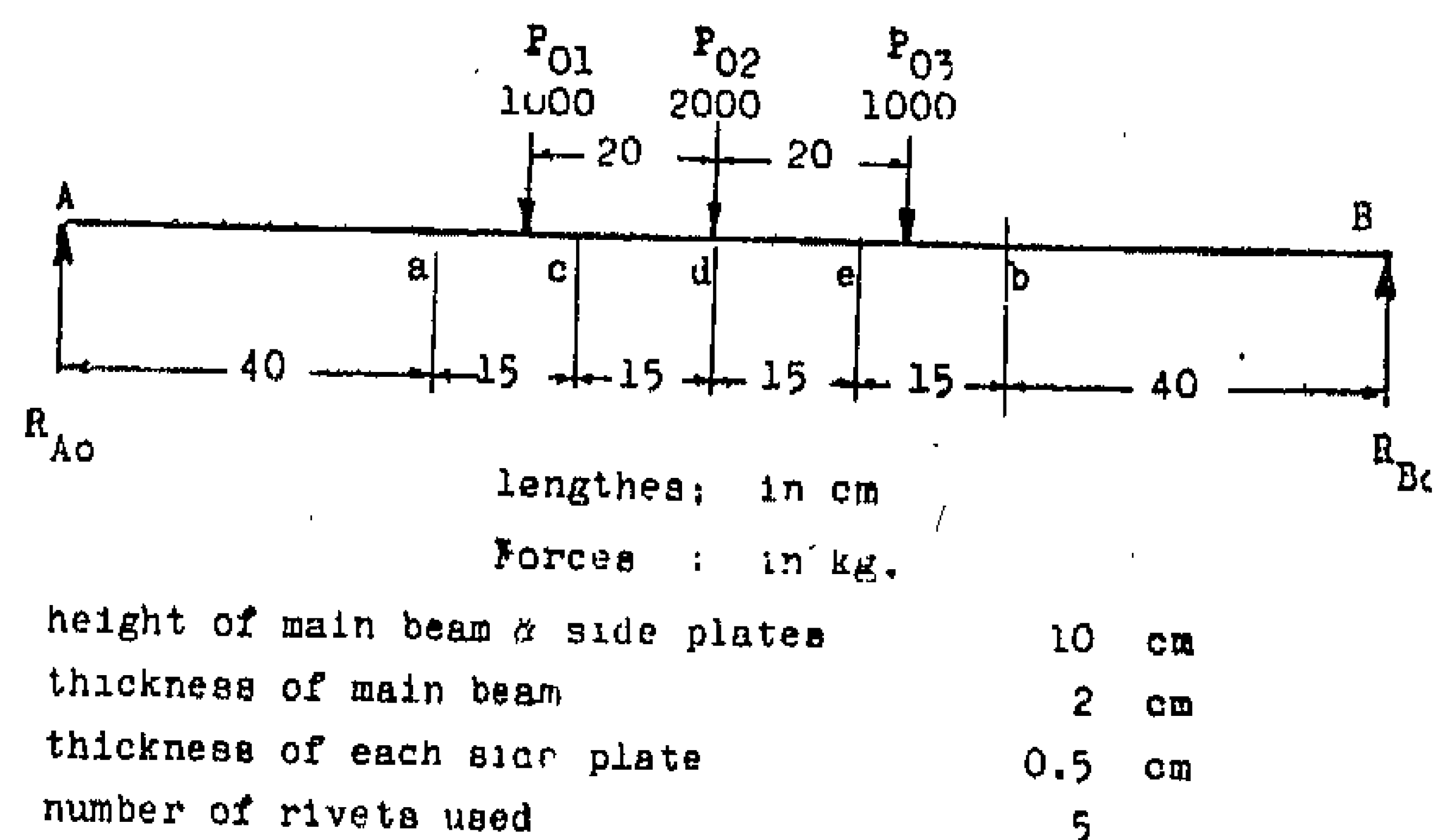


Fig. (3) A Numerical Problem.

It is required to find out the forces carried by each rivet as well as the corresponding deflection. The cross-sections of the main beam and the side plates are 10 × 2 cm. &

The sum of the dummy loads acting on the two cantilevers is equal to unity.

i.e. $R_{A1} + R_{B1} = 1$ as $R_{A1} = \frac{l_{xB}}{L}$ &

$R_{B1} = \frac{l_{xA}}{L}$

Therefore when using Sabshaw equation in evaluating each term in equation (1) one has to remember that the dummy loads acting on each cantilever are of different values than unity, while in the case of Sabshaw squation the dummy load used was of unit value. This is beside that the 1st part of Sabshaw equation need not to exist when evaluating the deflection at the free end of a cantilever. As a result of this, both terms of cquation (1) will have the following forms:

$$\frac{1}{E I} \int_{0}^{l_{xA}} M_1 M_0 \, dx = R_{A1} \cdot \frac{1}{6 E I} \sum_{z=xA}^{z=n} (m) \, l_z^2 \, (3 \, l_{xA} - l_z) \, P_z$$

$$\& \quad \frac{1}{E I} \int_{l_{xA}}^{L} M_1 M_0 \, dx = R_{B1} \cdot \frac{1}{6 E I} \sum_{z=xB}^{z=n} (m) \, l_z^2 \, (3 \, l_{xB} - l_z) \, P_z$$

Therefore the deflection at any section "x" of a simply supported beam which is reinforced in the form shown in Fig. (1) can be evaluated by means of the following new equation.

$$(\delta) = \frac{1}{6 E I L} \left[l_{xB} \sum_{z=xA}^{z=n} (m) \, l_z^2 \, (3 \, l_{xA} - l_z) \, P_z + l_{xA} \sum_{z=xB}^{z=n} (m) \, l_z^2 \, (3 \, l_{xB} - l_z) \, P_z \right] \quad (2)$$

where :

m = +1 for all forces in the direction of the reactions R_{A0} & R_{B0}.
 = −1 for forces in the opposite direction to R_{A0} & R_{B0} including the reacting forces from the rivets on the main beam.

P_z = all forces acting on the cantilevers or the beam including the reactions from the supports as well as the reacting forces from the rivets.

l_z = distances of the forces P_z from the fixed end or to position "x".

(δ) = deflection at any section "x" of the beam.

l_{xA} = distance between support "A" and section "x".

l_{xB} = distance between support "B" and section "x".

L = total length of the supported part of the main beam.

I = moent of inertia of the cross section of the beam concerned about the neutral axis due to bending.

E = Young's modulus of the material of the concerned.

n = suffix of the nearest force P_z to the section "x" from each side.

In order to evaluate the amout of deflection at any section of the main beam the forces P_z in equation (2) have to be known at first. The external forces P_{01}, P_{02} & P_{03} and their reactions at the supports R_{A0} & R_{B0} are already known while the reacting forces from the rivets are still unknown. Therefore the number of the unknown forces from the rivets require similar number of equations including these forces for their determination. Taking the beam shown in Fig. (1) as an example, two of the required five equations can easily be obtained such as follows :

The sum of the reacting forces from the rivets is equal to zero

i.e. $P_a + P_c + P_d + P_e + P_b = 0$ (3)

The sum of moments of the previous forces about any point = 0 (4)

The other three equations are derived by equating dellections of the main beam to those of the side plates with respect to line AB at sections passing by the 3-middle rivets.

where

$(\delta_x)_n$ = deflecion at position (x) for a number of rivets (n).

l_x = distance from section (x) where deflection is to be calculated to the built-in end.

P_{y-1} = forces existing at the free end side from position (x)

l_{y-1} = distances of the forces P_{y-1} from the fixed end.

P_z = forces existing at the fixed end side from position (x).

l_z = distances of the forces P_z from the fixed end.

m = +1 for all external forces in an arbitrary direction.

= −1 for all external forces in the opposite direction to the previous one.

Note : The reacting forces from the rivets upon the main beam are assumed to act in the opposite direction to the forces which have m= +1.

Fig. (1) illustrates a simply supported

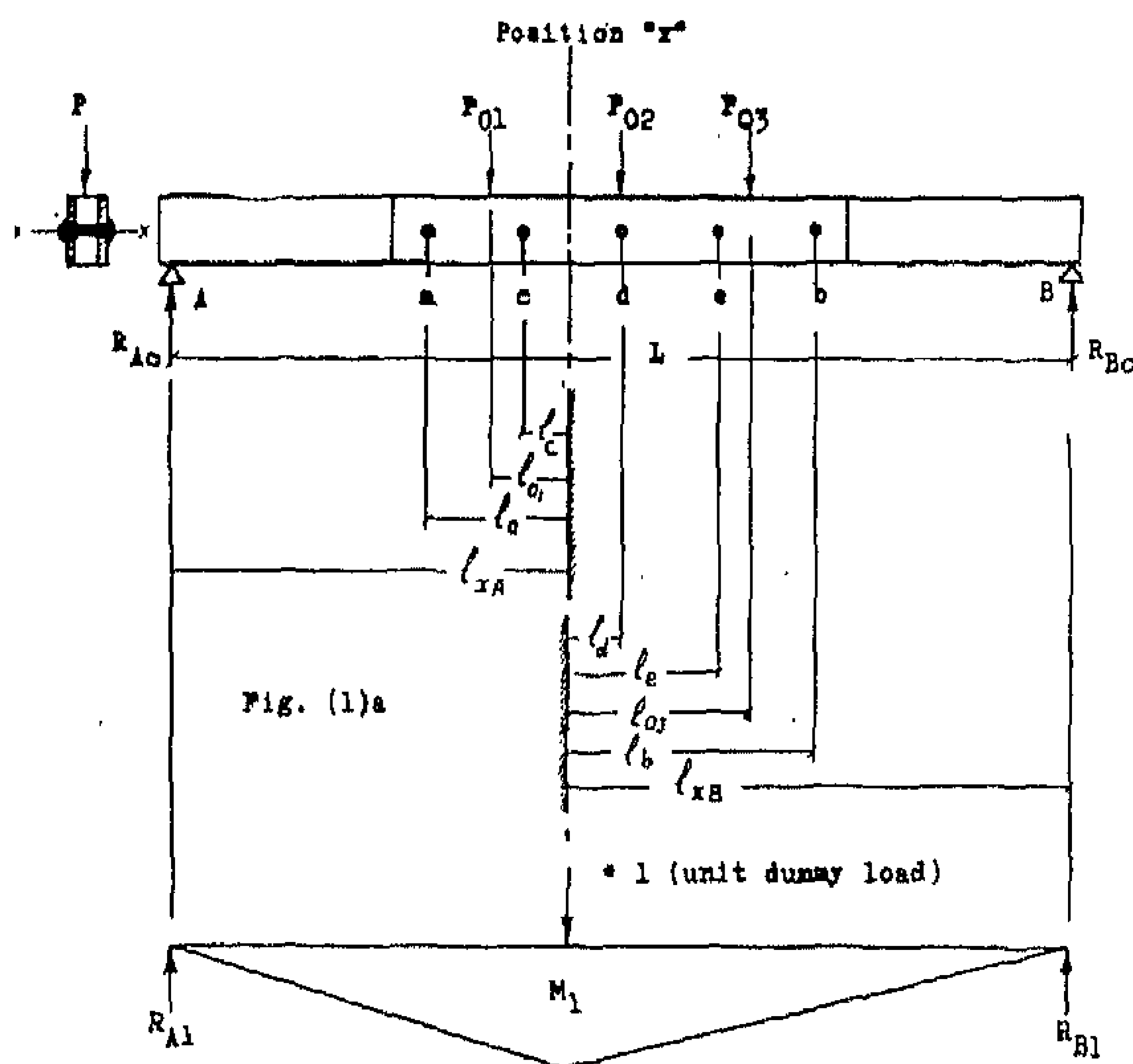
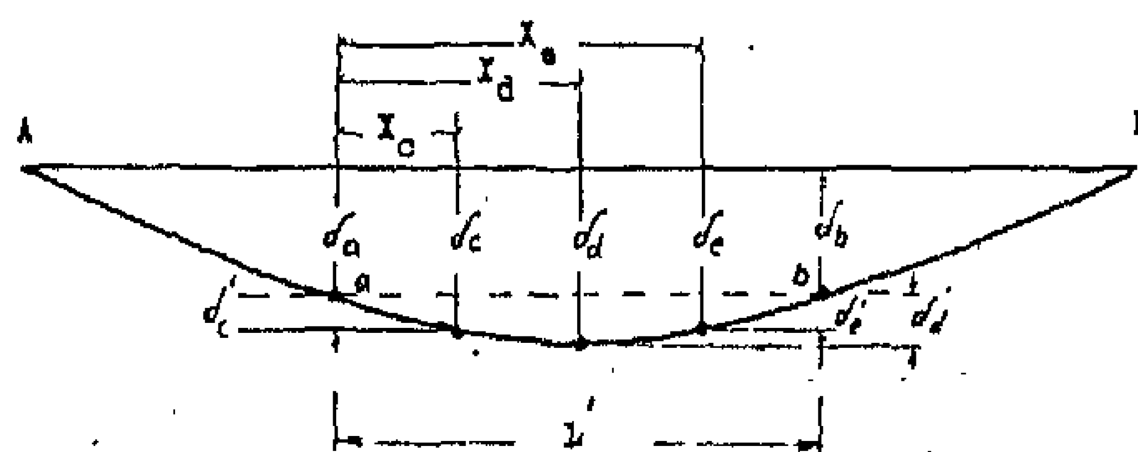


Fig. (1)b B.M.D. due to the dummy load.


Fig. (1)c Deflection Diagram.

beam built-up in the middle pportion by two side plates by means of 5 rivets. The main beam is loaded in the form shown by the forces P_{01}, P_{02}, & P_{03}. It is find out the deflection of the main beam at any arbitrary position (x). By using the dumy load method, the unit dummy load method, the unit dummy load is situated at the section where deflection is required as shownn in Fig. (1)b.

Accordingly the deflection is calculated from the equation :

$$\delta = \frac{1}{E\,I}\int M_1\; M_0\; dx$$

$$= \frac{1}{E\,I}\int_0^{l_{xA}} M_1\; M_0\; dx + \frac{1}{E\,I}\int_{l_{xA}}^{L} M_1\; M_0\; dx \qquad (1)$$

where

M_0 = B.M.diagram of the main beam due to the external forces including the reacting forces from the rivets (P_a, P_c, P_d, P_e & P_b).

M_1 = B.M. diagram of the main beam due to the dummy unit load.

l_{xA} = distance from support "A" to the place where deflection is to be evaluated.

The evaluation of the deflection at position "x" can be carried out by considering each term of equation (1) separately. The 1st term resembles the case of a loaded cantilever with a dummy load acting at the free end of a value equals R_{A1} instead of unity. This cantilever is fixed at position "x" and free at the end "A" and of length L_{xA}. In the same way the second term resembles a loaded cantilever of length l_{xB} having a dummy load acting at its free end of a value R_{B1} instead of unity. This second cantilever represents the other part of the main beam assumed to be fixed at point "x" and free at the end "B".

A GENERAL EQUATION FOR DETERMINING THE DEFLECTION AT ANY SECTION OF A SIMPLY SUPPORTED BEAM HAVING BUILT-UP CROSS-SECTION ALONG PART OF ITS LENGTH BY RIVETTING

By

SABRI NASHED,

and SHAWKAT ISMAIL

INTRODUCTION

It is most common in engineering problems to find it necessary to reinforce the weakest part of a certain member by rivetting side plates or other rolled beams to it rather than to choose a larger size of beam for the whole length. In some cases the amount of deflection is of major importance and its value has to be limited, and this may require such kind of reinforcement. The present paper is discussing the effect of this kind of reinforcement on the final deflection of evaluating the deflection at any section if these beams are simply supported.

As simplicity in engineering calculations is itself a virtue, the authors derived a general equation through which one can calculate in a simple straight way the deflection required at any section. The main beam was treated as if being additionally loaded through the existing rivets as a result of forcing the reinforcement pieces to deflect with it.

The amount of elastic strain occuring in the rivets due to the acting loads was assumed to be of negligible value relative to the amount of deflection that took place in the main beam at the corresponding section. In addition the area of contact between the main beam and the reinforcement due to rivetting were assumed to exhibit no frictional resistance when deflection occurs. The latter part of this paper presents an application of the general equation derived on a numerical example and results obtained were analysed.

In the present paper the authors made use of Sabshaw equation[1] to derive a general equation for calculating the deflection at any section of a simply supported beam having built-up cross-sections along part of its length by means of rivetting.

Sabshaw equation was made to give the value of the deflection at any section of loaded cantilevers with built-up cross-sections at the built-in end by means of rivetting, and is having the following form.

$$(\delta_x)_n = \frac{1}{6\,E\,I}\left[\sum_{y=1}^{y=x} (m)\; l_x^2\,(3\,l_{y-1} - l_x)\,P_{y-1} \;-\; \sum_{z=x}^{z=n} l_x^2\,(3\,l_x - l_z)\,P_z\right]$$

*Lecturers in the Mechanical and Automotive Engineering Department, Faculty of Engineering, Ain Shams University, Cairo.

(1) Ismail, S., and Sabri, N., 1964 Faculty of Engineering Scientific Magazine, Ain Shams Univ., Cairo. "A general equation for determining the deflection at any section of built-up cantilevers by rivetting."

the totals presented here, in order to bring them in alignment with the population growth rate regarded as most likely to materialize.

Conclusion :

The factors that we have reviewed give added evidence that the road to economic development is a most arduous one, but the Valley of the Nile. which gave birth to the world's first engineering experts, enjoys, through the out-standing competence of its engineers. a unique asset in this direction and this immemorial tradition strengthened by the national will to achieve greater well-being for a population whose industriousness has long been an inspiration to the world, and aided by the vastly improved technical resources developed through centuries of creative efforts in which Egypt pioneered, will continue to help the United Arab Republic to progress along the always more demanding but also more rewarding road to industrial and national growth, the same as a traveler who, as he climbs an increasingly steeper mountain path, derives added strength from the always more magnificant sights he beholds as he attains higher levels, rendering, all the time, thanks to God for having given him the strength to develop greater efforts and thereby, achieve the always greater rewards which unfold to his grateful gaze.

industrial use, through increased use in agriculture and irrigation, and farm electrification. through increased consumer and community demands in homes, in urban and in rural centers, etc., will always provide a "pace-setting" indication of the progress of the National Economy.

Importance of investments required:

It is hoped. as indicated in the second paragraph of the introduction, that the analysis we have presented will provide a number of quantitative indices in appraisal of some of the complex factors that govern economic growth in general and, more specifically, the contribution of electric power to the industrial growth of the United Arab Republic.

Because the yearly additions to electric power capacity are constituted by a relatively small number of large units or of power plants, the investment effort of a nation in that direction is concentrated into a small number of large projects. the magnitude of which challenges the imagination and further emphasizes the pace-setting characteristics of electric power development.

In terms of the total investment effort of a nation, the share claimed by electric power may well give added meaning to our referring to electric power as one of a team of ten important members, since electric power's share is of the order of 10 percent of the total yearly investment, and it should be a source of consirerable satisfaction that. important as the total electric power capital investment must needs be, the economy of size that we have already mentioned and which is particularly marked in the large blocks associated with the realisation of steam, nuclear or hydro-electric plants, insures that maximum value is derived from the corresponding investment and contributes. further, to maintaining the privileged attributes of electric power development of benefitting most substantially the national economy for a relatively moderate cost in terms of the overall gains it stimulates.

Population growth:

Although it intervenes directly in all the totals for Egypt in our forecast, we have not dwelt, until now, on the element of population growth.

It has also been covered in our basic study, and Fig. 13, extracted from it, with the addition of a number of identified country points, shows the wide range — going as far as net population decreases as resulting from emigration — covered by 175 countries. taking in births and immigrations as well as deaths and emigration.

In order to separate these large numbers of points, they have been plotted against use of total energy per-capita and the median pattern, if one can be detected. appears to indicate a bulge in the center of the range. about where Egypt is.

In the basic statistics booklet issued in June 1962 by the Central Statistical Committee of the United Arab Republic, two sets of estimates are given up to 1982; the upper limit coincides with the constant rate I have assumed of 2 1/2 percent which is the average rate of increase for the world between 1956 and 1961. while Egypt's average rate of increase for the same period was 2.2 percent.

The lower limit shown in the Basic Statistics booklet corresponds to 1.7 percent average and would result in 1982 into a population figure 86 percent of that we show and in the year 2000 into a population total 54 percent of our assumption: 37,500.000 instead of 69,500,000.

Since all our results were established on a per-capita basis and since the population total intervenes only as a direct multiplier, it should be very easy to readjust, for any year.

Electricity is only one of, say, ten important members of "Egypt's team" in achievement of national growth, among the other members of the team being: Agriculture and Irrigation, Mining and Quarrying, Transportation and Communication, Banking and Financing. Wholesale and Retail, Trade, Housing, National and Public Administration, and Health and Education.

National growth requires coordinated efforts from the entire team and the leading role we have featured for electricity is only in tribute to the extra flexibility and universality of its contribution, which makes it a particularly brilliant member of the team, without the concerted efforts of all of which. electricity's own spearheading efforts could not be as successfully maintained.

Since electricity cannot be consumed otherwise than for productive uses, the achievement of the generation totals we have forecasted, possible only through increased

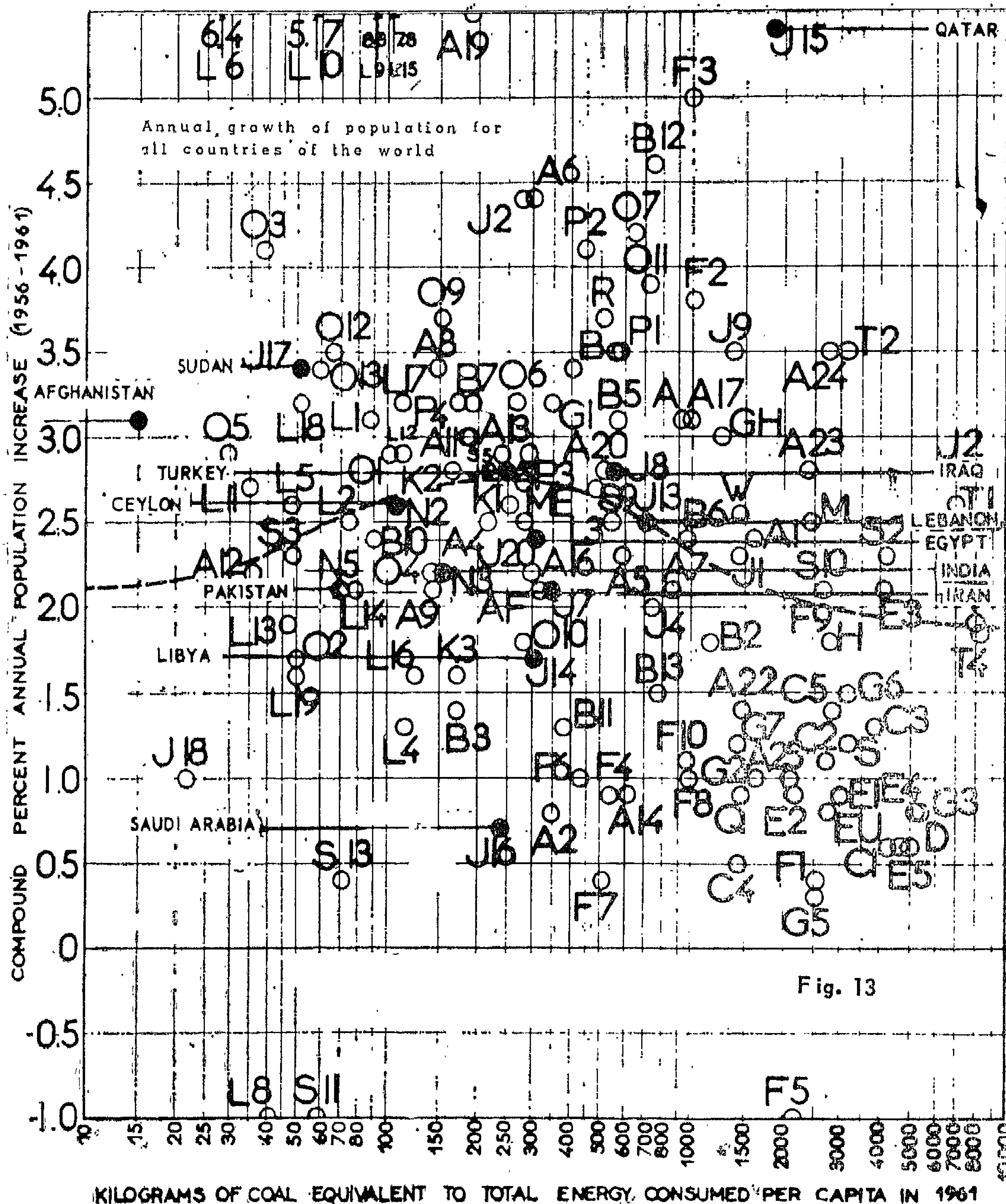


Fig. 13

energy shown for Qatar is due to the concentration of a considerable industrial activity into a very small population of the order of one thousandth of Egypt's population in 2000, and illustrates the importance of always associating total country figures with per-capita data.

Forecasted growth of total energy use and of national income :

The previously mentioned relationship between the use of total energy and industrial production results in the general similarity, which appears in Fig. 7 and also in Fig. 12, between the growth of total energy use and that of national income.

GROWTH FORECAST - 1965 = 1.00 - OF ELECTRIC ENERGY, TOTAL ENERGY AND NATIONAL INCOME FOR U.A.R. EGYPT

	POPULATION	KWHR	KEC	NAT. INC.	N.I. CAP.
1965	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1970	1.13	1.92	1.60	1.42	1.25
1975	1.28	3.42	2.37	1.95	1.52
1980	1.45	5.75	3.34	2.61	1.80
1985	1.64	9.25	4.45	3.49	2.12
1990	1.85	14.35	5.81	4.55	2.45
1995	2.10	21.58	7.45	5.96	2.84
2000	2.37	31.58	9.35	7.70	3.24

(Fig. 12)

It is of particular interest to note that the forecast of national income growth for Egypt, presented in different aspects but on the basis of identical totals in Figs. 7, 9. 12, is for 1975 within 2 1/2 percent of being twice the 1965 total — L.E. 4,130,000,000 in 1975 being equal to 1.95 times L.E. 2,122,000,000 in 1965—which is the goal of the Government of the United Arab Republic : doubling the national income every ten years, as stated by Ali Sabry. Prime Minister and Minister of Planning, in his April 6, 1964 address to the National Assembly.

As will be noted from Fig. 11. this doubling the national income from 1965 to 1975 corresponds to a growth rate averaging approximately 7 percent for the country as a whole, which, in the assumption of a 2 1/2 percent yearly increase in population, means an average increase of approximately 4.4 percent per-capita, which will result in raising the national income per-capita from L.E. 72.5 in 1965 to L.E. 110 in 1975 — 1.52 times the 1965 figure.

To maintain the same doubling of the national income in successive decades would, of course, require maintaining the same 7 percent yearly rate of growth, while our forecast, based on greater conformity with the world pattern. has allowed the yearly growth rate to come down in the two subsequent decades to respectively 6 percent and 5.6 percent. The readjustment of these rates of growth to maintain 7 percent would require greater rates of increase in the use of electricity and of total energy than we have shown beyond 1975 and would correspondingly raise all the figures we have shown, starting with those for 1980, but it is, indeed, of considerable interest that our entirely independent approach to forecasting the future economic growth of the United Arab Republic — Egypt should be in so close conformity with its national aims up to 1975 and should depart so relatively little from these in subsequent decades that the desired readjustment could be readily elaborated.

It is important to note. at this time, that the increase in use of electricity that we have presented as the first element of the structure of our forecast implies that new industries or expansion of existing ones, new load demands and increases in the present requirements of every sector of the economic and community life of the United Arab Republic, will correspondingly contribute to raising the national output of goods and services by the amounts shown.

COUNTRIES HAVING IN 1965 THE SAME PER CAPITA CONSUMPTION OF ELECTRICITY AND OF TOT. ENERGY AS EGYPT WILL SURPASS IN FUTURE 5-YEAR SPANS

	KWHR/CAP.		KEC/CAP.	
1965	220	U.A.R.EGYPT	390	U.A.R.EGYPT
1970	375	(LEBANON)	550	(RHODESIA NYASALAND)
1975	590	(CYPRUS)	720	(GREECE)
1980	875	(SPAIN)	895	(URUGUAY)
1985	1,240	(HUNGARY)	1,060	(MEXICO)
1990	1,710	(ITALY)	1,220	(YUGOSLAVIA
1995	2,270	(BELGIUM)	1,375	(ARGENTINA)
2000	2,940	(AUSTRALIA)	1,520	(QATAR)

(Fig. 8)

GROWTH FORECAST OF ELECTRICITY REQUIREMENTS FOR U.A.R. EGYPT.

	MILLION KW.HRS.	% OF N.I.	NUCL. KW.HRS.	% NUC.
1965	6,480	3.7	—	—
1970	12,450	4.5	622	5
1975	22,170	5.2	2,217	10
1980	37,300	5.8	5,595	15
1985	60,000	6.3	12,000	20
1990	93,000	6.7	23,250	25
1995	139,600	7.0	41,880	30
2000	204,250	7.3	71,485	35

(Fig. 9)

GROWTH FORECAST OF TOTAL ENERGY AND OF NATIONAL INCOME FOR U.A.R. EGYPT

	POP. MILL.	MILLION K.E.C.	% ELEC	MILLION L.E.	L.E. CAP.
1965	27.28	11,435	22.6	2,122	72.5
1970	33.24	18,240	26.1	3,010	90.6
1975	37.60	27,120	29.7	4,130	110.0
1980	42.54	38,000	34.3	5,550	130.0
1985	48.13	50,800	39.2	7,420	153.5
1990	54.45	66,280	44.4	9,680	177.8
1995	61.61	84,810	49.4	12,650	205.5
2000	69.50	106,960	54.2	16,340	235.0

(Fig. 10)

AVERAGE ANNUAL GROWTH RATES FOR ELECTRIC ENERGY, TOTAL ENERGY & NATIONAL INCOME FOR U.A.R. EGYPT

	POP.	KWHR	KEC	N.I.	NI/C.
1965–1970	2.5%	14.0%	10.0%	7.2%	4.6%
1970–1975	2.5%	12.3%	8.3%	6.6%	4.0%
1975–1980	2.5%	11.0%	7.0%	6.0%	3.5%
1980–1985	2.5%	10.0%	6.1%	5.9%	3.3%
1985–1990	2.5%	9.2%	5.5%	5.6%	3.0%
1990–1995	2.5%	8.5%	5.1%	5.5%	2.9%
1995–2000	2.5%	7.9%	4.7%	5.2%	2.7%

(Fig. 11)

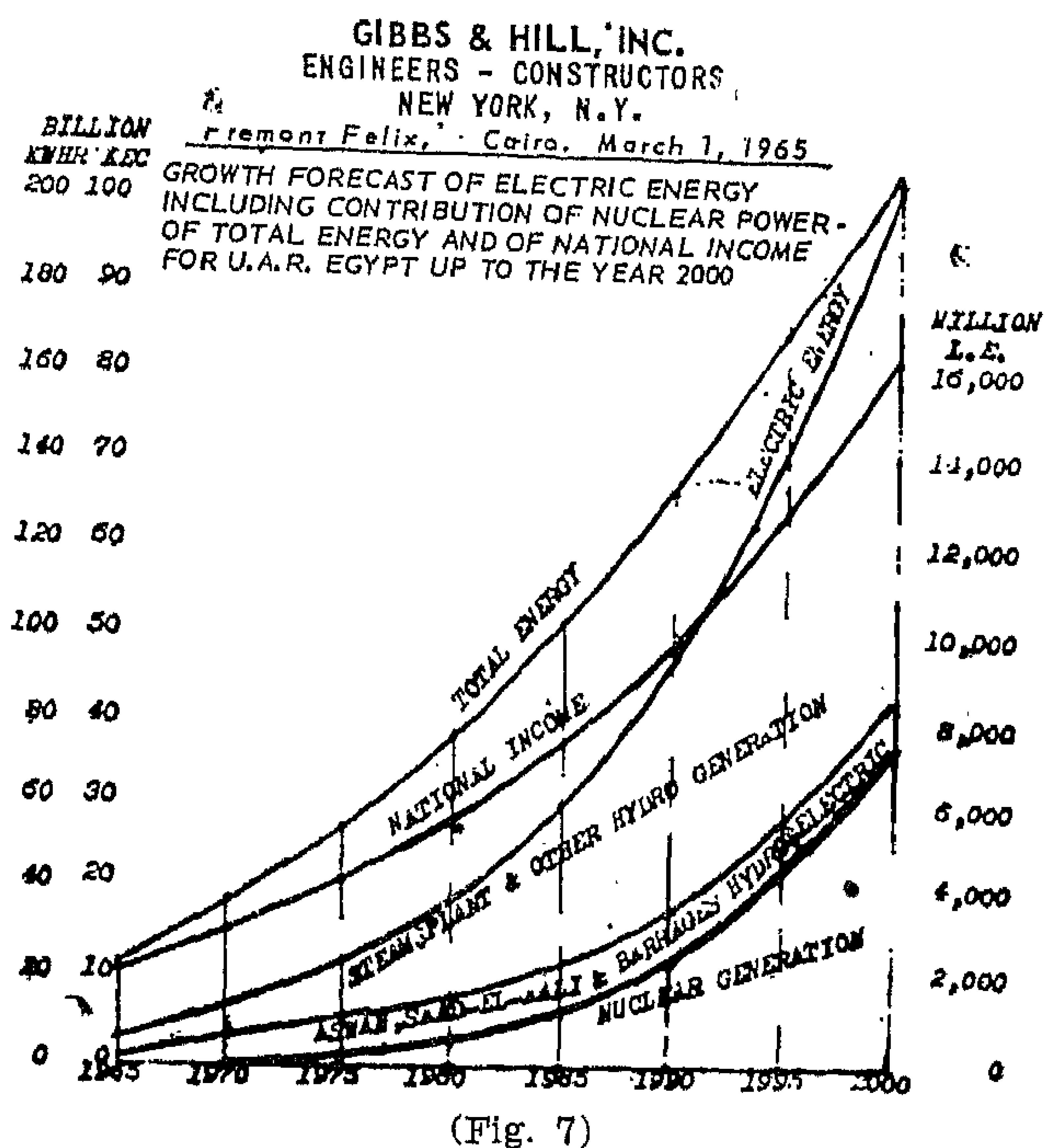
percent electric energy will be required to achieve 107.2 percent of national income, which is equivalent to saying that the kilowatthours contents of 1 L.E. of national income will, in 1966, be : 114/107.2 equals 1.06 times what they were in 1965.

Since. as brought out in Fig. 9, in 1965, the value of all of Egypt's electricity generation will represent 3.7 percent of its national income this would become 1.06 times 3.7 equals 3.9 percent of the 1966 national income, if the cost of the kilowatthour were to remain the same in 1966 than in 1965. Actually, because of the economy of "size" associad with the use of increasingly larger units of lower cost per kilowatt and of higher thermal efficiency, there can be expected, each year. a 2 percent yearly reduction of the average unit price of all the kilowatthours sold. This would reduce electricity share of Egypt's national income from 3.9 percent in 1965 to 0.98 times 3.9 equal 3.82 percent in 1966.

Fig. 9 gives the value of this percentage, in 5-year steps up to the year 2000, by which time, even with electricity generation having multiplied 32 times, it will represent only 7.3 precent of Egypt's national income.

Contents of electricity energy per unit of national income :

Because, at all stages of industrial development, the use of electricity emphasizes human and technical progress; because electricity represents the most finely controllable form of energy, equally applicable to the heaviest and to the most sophisticated mechanisms in fulfillment of the most important tasks demanded of industry, the pattern of increasing contents of electrical energy per L.E. of national income — from 3 kwhr in 1965 to 12.5 in 2000 — parallels the pattern illustrated in Fig. 6, which shows, for all countries of the world, a number ofwhich are



(Fig. 7)

identified. the median curve of kilowatthours U.S. Dollar of National Income in 1961.

Referring to the ordinates of this median curve, for 2961, it will be noted that, for 220 kwhr per-capita — Egypt's use in 1965 — and for 2,940 kwhr per-capita — Egypt's use in 2000 — they correspond respectively to 1.9 and 5.3 kwhr per L.E. of national income, which indicates that in this growth to the year 2000, Egypt's use of electricity will be approximately twice that of the world median when related to national income. This is also apparent from the comparison of the curve "Ratio: Electrical to Total" with the data in Fig 10.

Comparison of countries presently at various stages of Egypt's projected growth :

The calculated per-capita uses of electricity and of total energy, at 5-year intervals up to the year 2000, are shown in Fig. 8. which also indicates the countries which, in 1965, will record the same uses on a per-capita basis.

The high, present, per-capita use of

Percent increase in national income per capita and in ratio of total energy to national income

Fig. 5

ANNUAL COMPOUND PERCENT INCREASE OR DECREASE

ELECTRICAL ENERGY

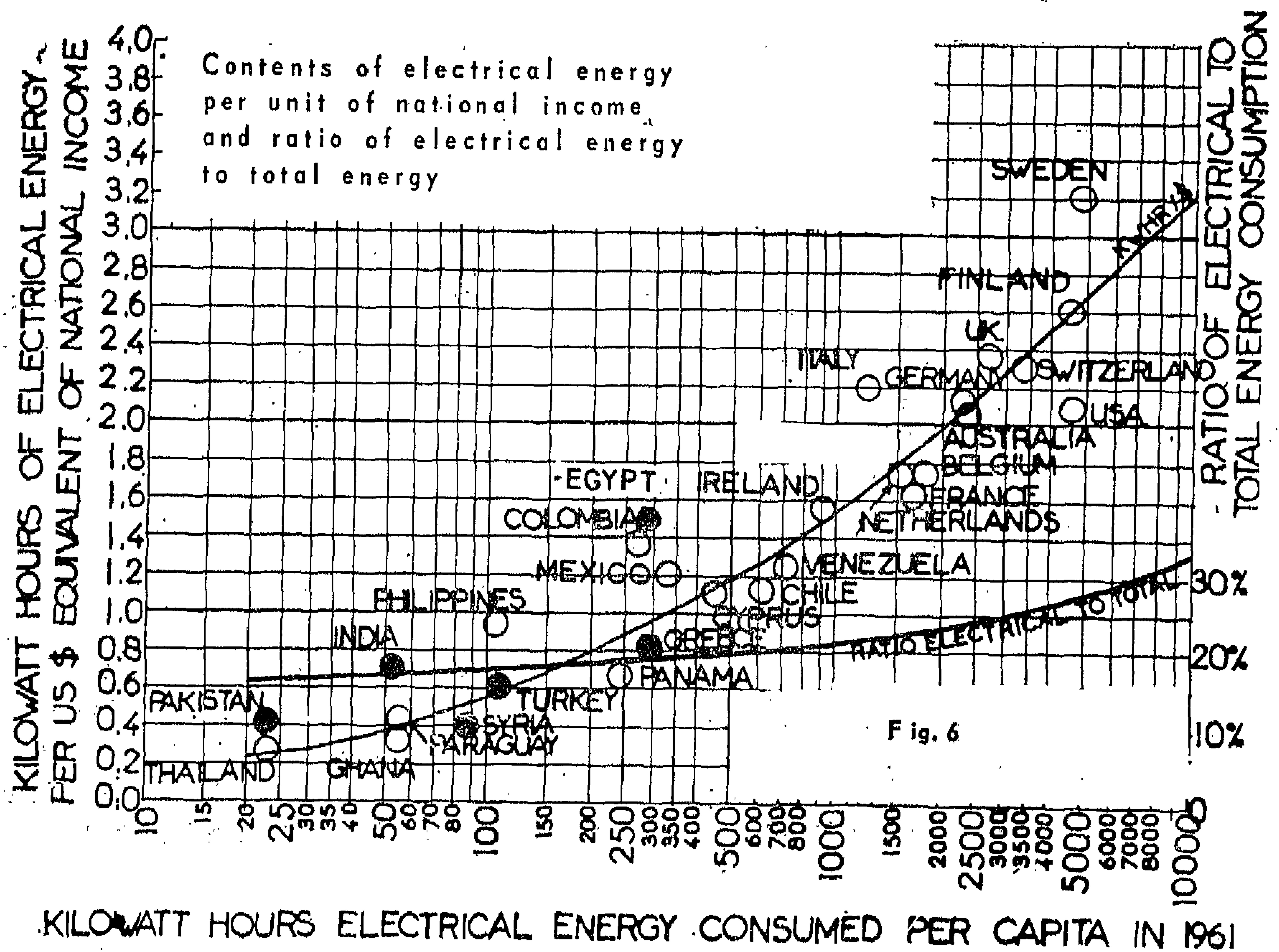
TOTAL ENERGY

RATIO OF TOTAL ENERGY TO NATIONAL INCOME

NATIONAL INCOME

ETHIOPIA, SUDAN, E. PAK, PAKISTAN, W. PAK, CEYLON, INDIA, SYRIA, SAUDI ARABIA, JORDAN, TURKEY, EGYPT, LIBYA, IRAN, GREECE, IRAQ, LEBANON

KILOGRAMS OF COAL EQUIVALENT TO TOTAL ENERGY CONSUMED PER CAPITA IN 1962



in Fig. 3 does not have the "tight" cohesion and consistence evidenced in the comparable record of electric growth; this is understandable since the various commercial forms of energy that are totaled on an equivalent calorific value are, even when thus equated, of different economic value.

However, a decided pattern also emerges clearly from this record. and the corresponding percent rate of yearly increase for the use of total energy closely parallels, as seen in Fig. 5, the percentage trend of electric energy increase, staying 4 percent to 3 percent below it.

Even with this small differential, the electricity generation requirements' share of Egypt's total use of energy will rise rapidly : this relationship is tabulted in Fig. 10. which shows that electricity's share will rise from 22.8 percent in 1965 to 54.2 percent in the year 2000.

Returning for a moment to the contribution of nuclear power, it will be seen that the 35 to 50 percent share of nuclear power out of the total generation of electricity will correspond to 19 to 27 percent contribution to the total energy requirements of Egypt in the year 2000.

At the Geneve Third International on the Peacful Uses of Atomic Energy in September 1964, at which the United Arab Republic's participation was particularly brilliant, 25 percent was most often mentioned as the expected contribution from nuclear power to the energy needs of a number of countries in the year 2000; for the U.A.R. this would correspond to 46 percent contribution of nuclear power to electricity generation.

Correlation of total energy use per-capita and national income per-capita :

Because the total use of energy is closely related to industrial production, it has been possible to establish, as the third element of the structure of the forecasting method presented here, the relationship shown in Fig. 4, which plots national income per-capita in terms of the use of total energy per-capita. The various trend lines apparent in this chart correspond to different compositions of the national income sources. But the trend line. once it is identified by situating a particular country on it, is likely to remain the one which this particular country will follow, thus permitting to correlate the growth of national income with the forecasted growth of the use of total energy.

World pattern of relationship between electric energy, total energy and national income growth :

Although, since it was based on the compound yearly growth achieved by all countries of the world from 1961. it points to lower economic growth rates than have been achieved in more recent years, Fig. 5 is of special interest as it brings out that developing countries have to maintain yearly percentage increases of electric generation and of total energy use substantially higher than those that the more industrialized countries need to maintain in order to achieve comparable rates of economic growth.

The reasons for this increase in the expansion needs of developing countries lie in the greater concentrations of loads and markets in the more industrialized countries which in a higher economic efficiency of expansion, also in the fact that electric power and total energy use are applied to more forms of output in the highly industrialized countries. However, it should be noted that the differential to which we are pointing is not too onerous; taking Egypt. where a 14 percent increase in electric generation is required to support a 7.2 percent increase in national income, this means that in 1966 as compared with 1965, 114

contribution of these non-commercial forms of energy to remain approximately the same in absolute terms while the use of the commercial forms increases at the rapid rates which shall now be reviewed, the percentage error ascriable to the omission of the non-commercial forms will become less and less significant as these studies are revised, year after year.

It will be noted that the pattern shown

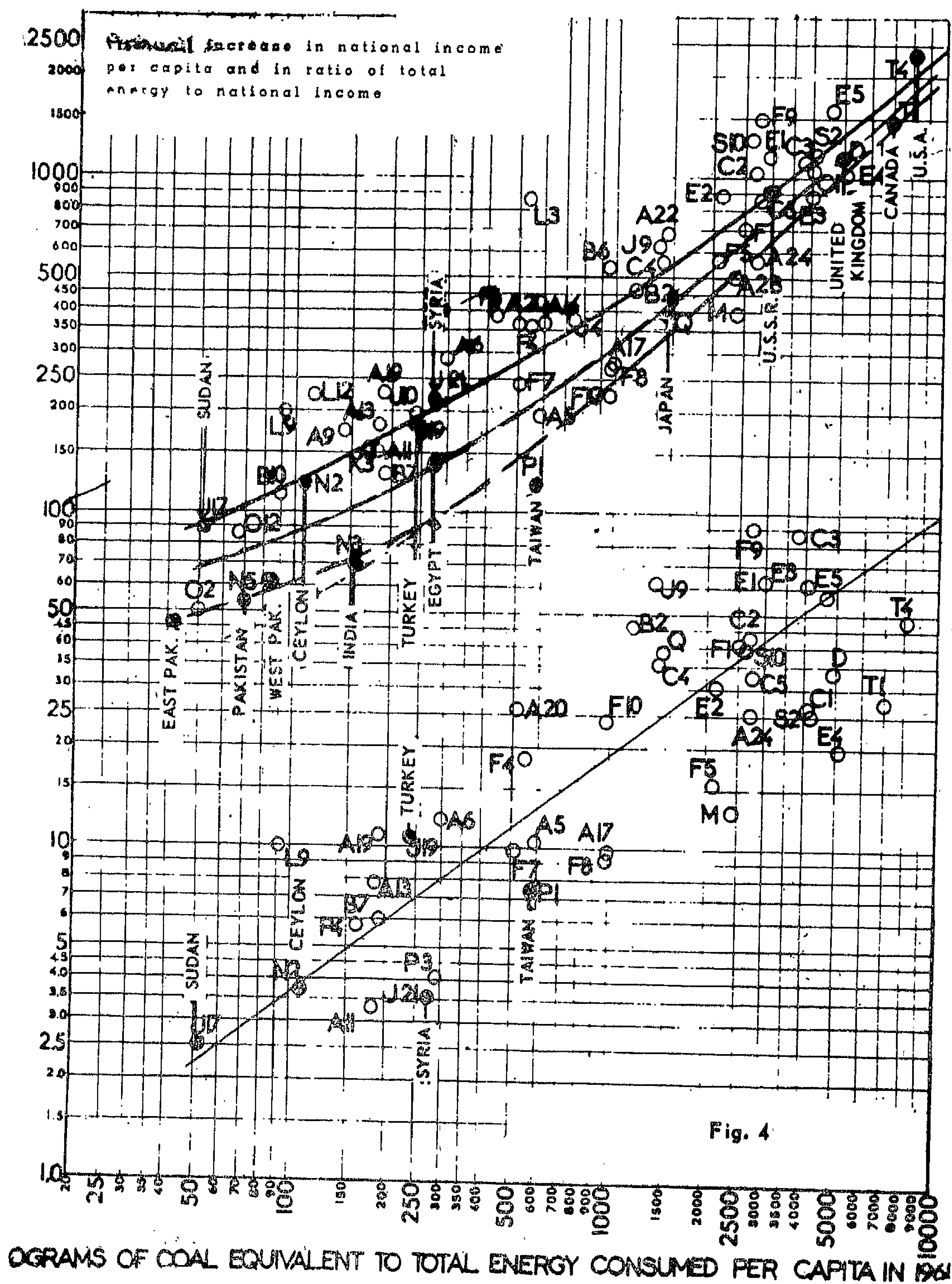


Fig. 4

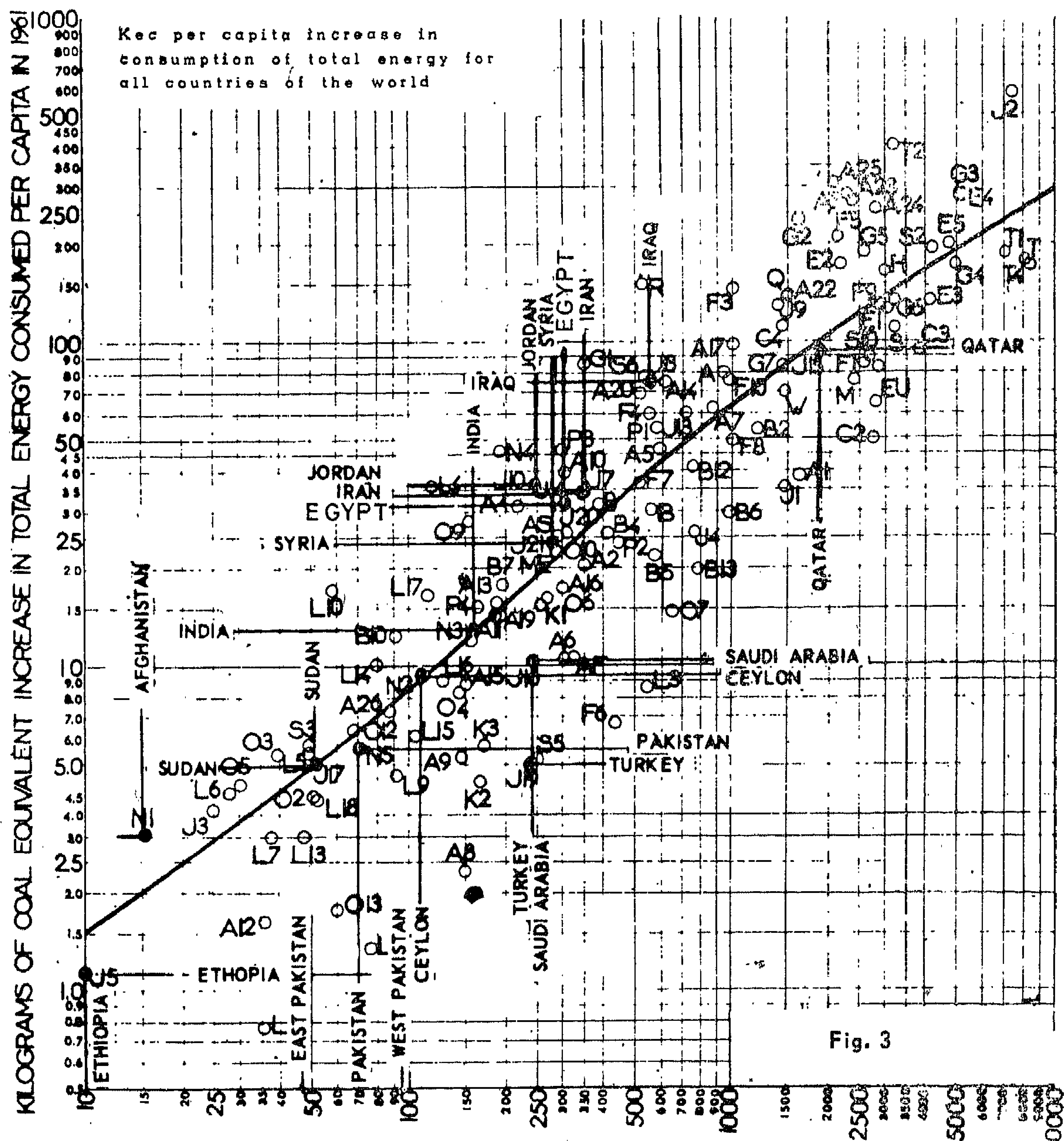


Fig. 3

For each country, these totals were obtained by adding their consumption calculated on a common calorific value — that of coal of 27,800 Btu per pound — the five commercial forms of energy — coal, petroleum, natural gas. waterpower and nuclear power — used for electricity generation; for the latter two, their energy equivalent was obtained as the amount of coal of 7,000 kilocalories per kilogram, or 27,800 Btu per pound, which would have had to be burned in a modern steam plant to generate the same amount of electricity as was generated by water or nuclear power.

Because of the lack of reliable and consistently comparable information. the use of wood and wastes of all sorts — although a notable part of the energy use in many developing countries — was omitted from these totals. Since the general trend is for the

performance which might be expected at her particular stage of development.

Even then, Egypt has been outperforming not only the world median but also the two "higher performance" curves identified in Fig. 2 as "Upper 25%" and "Upper 10%", and her recent rates of electrical growth have set a pattern all her own, which constitutes a record at her stage of development.

It is through connecting this "historic pattern of Egypt's growth with the world pattern into which she is likely to merge as she reaches 1.000 kwhr per-capita in 1982 that the curve of future rates of electricity growth used in this study was obtained, and the carresponding average rates for successive 5-year periods are shown in Fig. 11.

In establishing the forecast of electricity generation totals shown in the curve of Fig. 7 and also shown in 5-year steps in Figs. 8 and 9, no attempt was made to anticipate the extra increases in electricity generation which the placing in service of the Aswan High Dam will stimulate over and above the already high rate of yearly increase factored into the calculated forecast. Obviously, there will be departures above and below the smooth curve plotted as new industries and new load requirements claim their share of the new blocks of electric power that the Aswan High Dam will make available and, as will be seen from the tabulated generation figures in Fig. 9, the forecasted growth of electric energy use by Egypt in the four years from 1972 to 1976 will be comparable to the entire additional generation to be provided by the Aswan High Dam.

Contribution of nuclear power to electricity generation requirements :

The electricity generation curve in Fig. 7 is shown as divided into three areas : the lowest charts the estimated contribution of nuclear power, starting in 1970 with a little over half of the nominal output of Borgh-el Arab. the assumption having been made that full output will be reached toward the end of 1970.

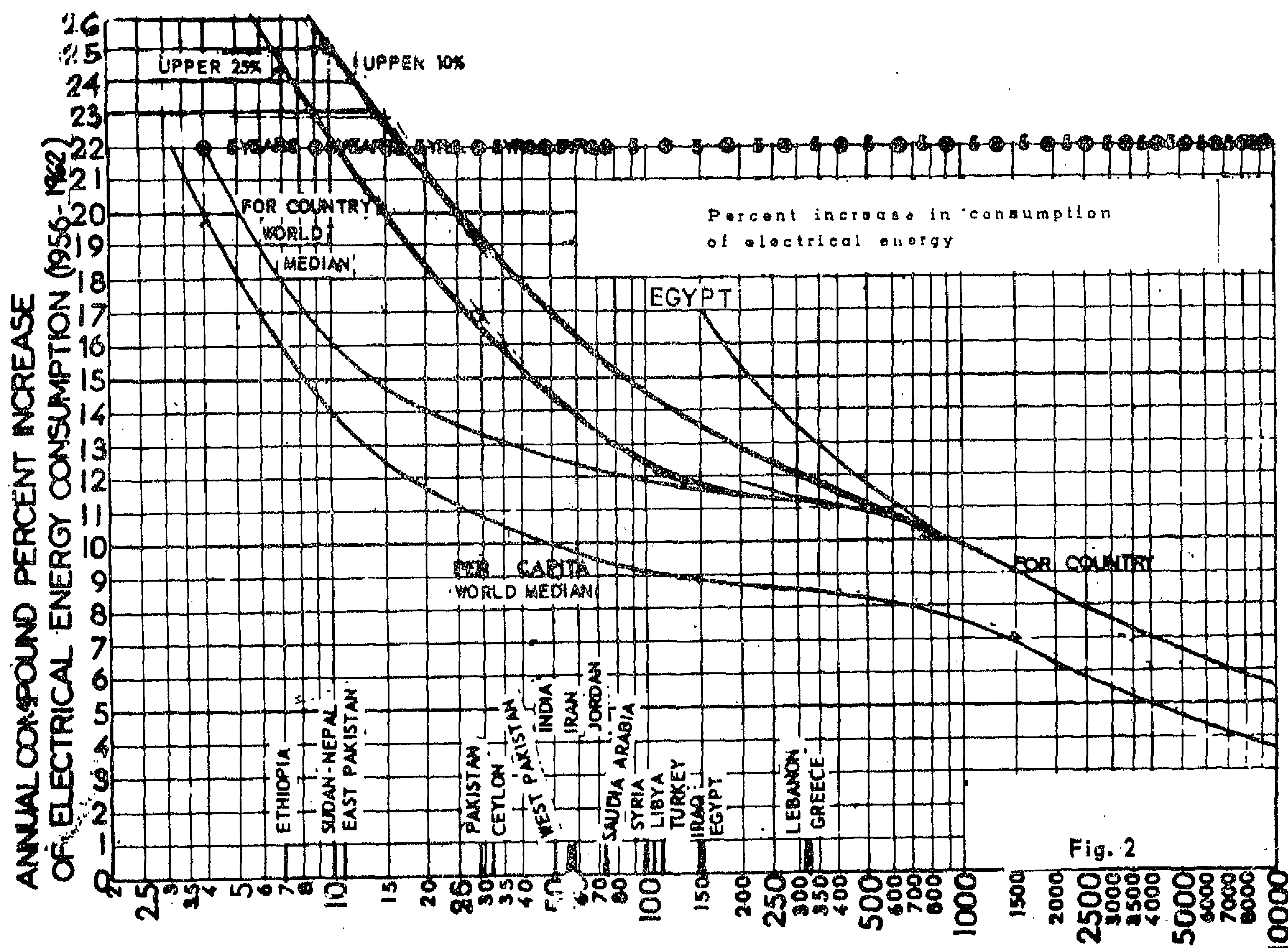
From then on, the nuclear power share of electricity generation, taken as 5 percent in 1970, is estimated to increase by one percentage point every year, reaching 35 percent in the year 2000, and it is interesting to note that, on this basis. nuclear generation will, by 1980 — only 15 years from today — exceed the total electric generation of Egypt in this year 1965.

Rapid as this rise may appear, it is evident from Fig. 7 that the nuclear share thus forecasted is must conservative and should be regarded as an absolute minimum, since, after allowing in the second area of the same curve of Fig. 7, for the hydroelectric generation now available or under way — shown as : ASWAN, SAAD-EL-ALI & BARRAGES HYDROELECTRIC — the third area. identified as : STEAM PLANT & OTHER HYDRO GENERATION (such as might be developed from the Qatara Depression or additional hydroelectric power from the Nile) appears larger in comparison to the first — nuclear — area than economic considerations are likely to govern.

To summarize the above area of uncertainty, the contribution of nuclear power to electricity generation for Egypt will, by the year 2000, be not less than 35 percent and may well reach 50 percent.

World pattern of yearly increase in the use of total energy :

Returning now to the structure of the method used in establishing the other parts of this forecast, Fig. 3 presents, comparably with Fig. 1. an index of the addition, in 1961, of use of total energy per-capita, plotted in kilograms of energy-equivalent coal (K.E.C.) against their use of total energy per-capita.



plotted points — through which each country is given an equal weight in shaping the overall configuration — is particularly striking when one notes that there was not a single kilowatthour consumed anywhere in the world in 1961 which is not represented in Fig. 1, which spans a range of 2,000 to 1 in consumption per inhabitant, that is from 5 kwhr to 10,000 kwhr per-capita.

Fig. 2 is the direct conversion, on a yearly percent increase basis, of the absolute additions plotted in Fig. 1. It brings out what constitutes probably the most significant contribution made by our world study. that 7 percent increase in use of electricity per year — which used to be regarded as a universal yardstick in the light of which any country's larger in comparison to the first — nuclear will be departures above and below the smoration in 10 years — can be regarded as an approximate rate of growth for countries consuming more than 3000 kwhr per-capita, but that *21* percent increase per year is an appropriate rate of growth for countries using 5 to 15 kwhr per-capita and *14* percent is normal for countries in the 50 to 100 kwhr per-capita range.

The value of being able to refer to a world pattern similar to the one in Fig. 2 is substantial : no one country will, at all times, follow the pattern obtained as the median performance of all countries of the world but the performance of any one country can be compared quite meaningfully with the median

In both of these articles, a complete which shall now be reviewed, the percent- their overall use and their per-capita use in 1962 of total energy and of electricity, is presented, these four "benchmarks" permitting one to obtain readily an economic image of any of 175 countries in relation to any or all of the others.

Although the use of per-capita consumption of total energy or of electricity has long been mentioned as an index to industrial or to human standards of living, these studies are the first to have developed a complete world pattern, not only quantitatively but also relatively to the time that, at any stage of her development, a country may expect will be required to achieve successively higher stages.

World pattern of yearly increase in the use of electricity

Fig. 1 shows, for all countries of the world, an index of their addition, in 1961. of kilowatthours per-capita, plotted against their kilowatthour per-capita use.

The "tightness" and the degree of homogeneity of the pattern evidenced by the

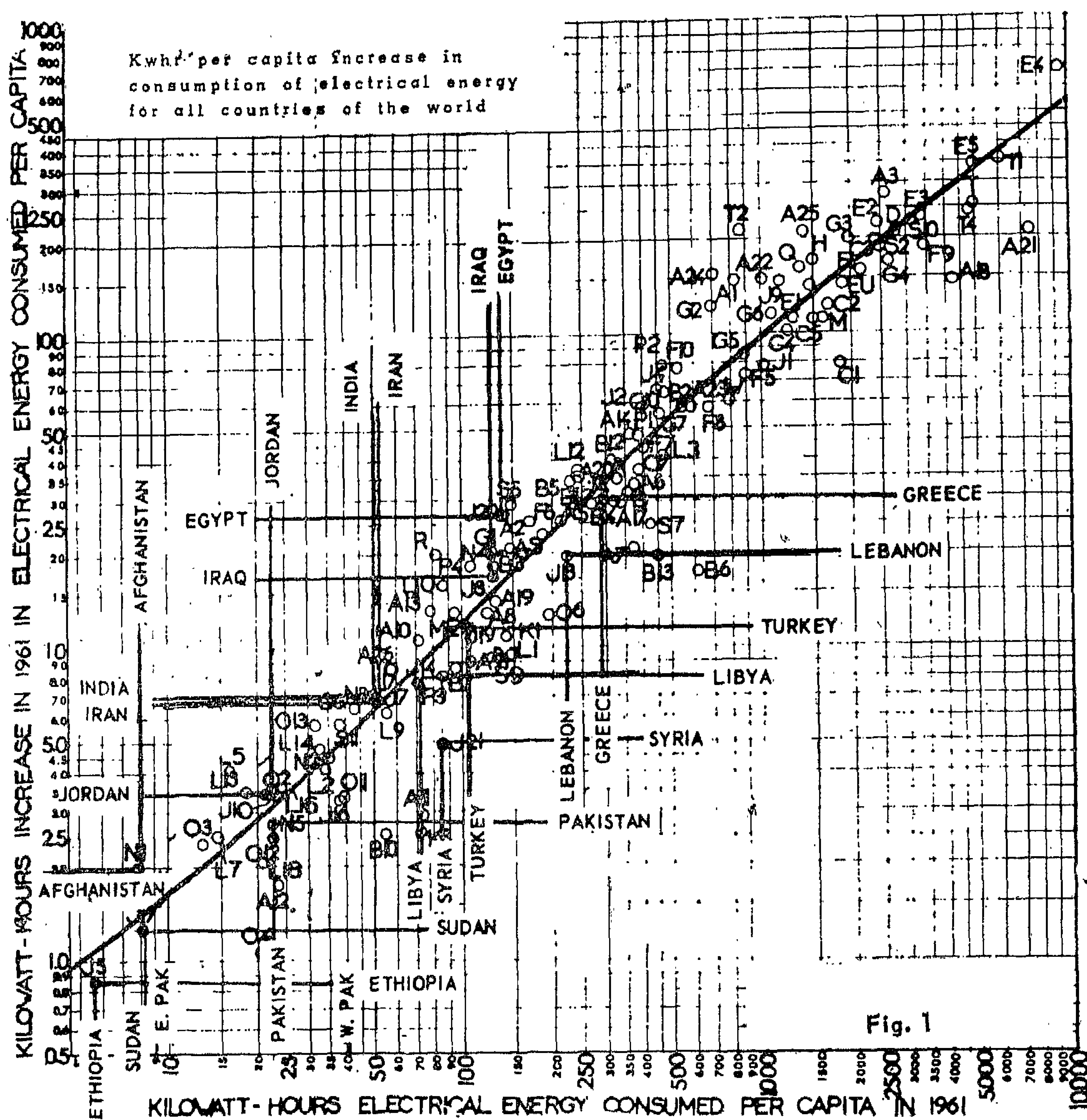


Fig. 1

GROWTH FORECAST OF ELECTRIC ENERGY INCLUDING CONTRIBUTION OF NUCLEAR POWER OF TOTAL ENERGY AND OF NATIONAL INCOME FOR UNITED ARAB REPUBLIC - EGYPT UP TO THE YEAR 2000

By

FREMONT FELIX*

Presented March 1, 1965 at the UAR Society of Engineers 28, Ramses Street, Cairo, Egypt

Introduction :

As an introduction to this study, it is relevant to attempt to answer the question that its title may be expected to raise : "What is the basis on which such a forecast is being built ?"

Because it is important that the readers of these Proceedings be satisfied as to the legitimacy of the approach used, and because its acceptance may prove an enriching concept, not only in terms of technical satisfaction, but also toward a closer quantitative insight than has so far been available into the factors which will contribute essentially to Egypt achieving the goals of her second Five-Year Plan and of subsequent ones, a brief review of the structure of the method used is now given.

World studies of growth of energy and of national income :

The interrelationship implied in the subject of this study,has been analyzed in several "world studies" by the author, the latest of which was presented on April 15, 1964 at the American Power Conference in Chicago, Illinois, and which was reprinted in the July 1964 issue of the Institute of Electrical and Electronic Engineers' *The Spectrum.*

This study, from which we have extracted Figs. 1 to 6 and Fig. 13 — which include additional date specially prepared for this study — initiated and developed the concept that all countries of the world, regardless of their size and of their geographic location, could, with a remarkable degree of correlation, be situated in their individual places in a world pattern, provided that they were compared on the basis of their per-capita consumption, either of electricity or of total energy.

This approach was presented in an international publication in an article entitled "Energy as Quick Key to Growth," and a companion article, similarly portraying the use of electricity as a key to the more rapidly growing consumer markets of the world, is to be published imminently.

* Planning and Development Consultant, Gibbs and Hill, Inc., 393 Seventh Avenue, New York, N. Y. 10001 U.S.A.

21) Matthes, G.H., Basic aspect of stream meanders. American Geophysical Union, Transactions 22, 1941.

22) Mockmore, C.A. Flow around bends in stable channels. A.S.C.E. Transactions 109, 1944.

23) Quraishy, M.S. River meandering and the earth's rotation. Current Science, 278, 1943.

24) Quraishy, M.S. The Origin of Curves in rivers. Current Science, 1944.

25) Shukry, A. Flow around bends in an open flume. A.S.C.E., Transactions, 115, 1950.

26) Stevens, J.C. The silt problem. A.S.C.E. Transactions, 207, 1936.

27) Thomas, A.R. Discussion on diversions from alluvial streams A.S.C.E., Transactions 118, 1953.

28) Thonson, J. On the origin of windings of rivers in alluvial plains, with remarks on the flow of water round bends in pipes. Royal Society of London, Proceedings, 25, May, 1876.

29) Tiffany, T.B., Studies of meandering of model-streams. American Geophysical Unon, Transactions 20, 1939.

30) Tower, W.S. The development of Cut-off meander. American Geographic Society Bulletin 30, 1904.

31) U.S. Waterways Experiment Station. Experiments to determine the effect of proposed dredged cut-offs in the Mississippi River. Vcksberg, Mississippi, 1932.

32) U.S. Waterways Experiment Station. Studies of river bed materials and their movement with special reference to the lower Mississippi River, 1935.

33) Vogel, H.B. and P.W. Thompson. Flow in river bends. Civil Engineer, May, 1933.

34) Werner, P.W. On the origin of river meanders. American Geophysical Union, Transaction 32, 1951.

35) West, R.L. Alluvial rivers, basic characteristics and theory of maandering. Princeton University, M.S. Theisis, 1954.

36) Nagabhushanaish, H.S. Meandering characteristics of alluvial Rivers. Naster's Report, Colorado State University, 1960.

37) Ismail, H.M. Diversion of Canals. A.S.C.E. Transactions Volume 80, 1954.

factors affecting the River meandering, it is clear that the banks of the River will be exposed to new forces after this change of sediment load. As mensioned by the Miss's-sippi River Commission, the decrease of the sediment load will act to reduce the river meandering. This means that new forces will act on the backs to readjust them according to the new sediment regeme. This must be considered with care concerning the equilibrium of the existing banks of the River and what will happen to them after the construction of the High Dam. This means that besides the studies carried out these days on the degredation of the River bed, a parallel study must be considered to include the effect of sediment changes on the stability of the banks due to the new meandering forces.

BIBLIOGRAPHY

1) Albertson, M.L., D.B. Simons and E.V. Richardson. Discussion on Mechanics of Ripple Formation , A.S.C.E. Proceedings 84, Feb., 1958.

2) Blench, T. Regime theory for self-formed sediment bearing channels A.S.C.E., Transactions, 1952.

3) Claxton, P. Meandering of alluvial rivers governed by a law. Engineering News Record, 1927.

4) Chatley, H. Theory of meandering. Enginering 149, June 1940.

5) Eakin, H.M. Influence of the earth's rotation on the lateral erosion of streams. Science 31, Feb. 1910.

6) Eakin, H.M. The influence of the earth's rotation upon the lateral erosion of streams. Journal of Geology, Aug. 1910.

7) Fairchild, H.L. Earth rotation and river erosion, Science, No., 1932.

8) Friedkin, J.F., A laboratory study of the meandering of alluvial rivers. U.S. Waterways Experiment station, Vicksburg, Mississippi, 1945.

9) Gilbert, G.K. The Sufficiency of terrestrial rotation for the deflection of streams. National Academy of Science 1884.

10) Griggs, R.F. The Buffalo River. An inresting meandering stream. American Geographical Society Bulletin, 1906.

11) Hoc, C. Research on the formation of Sinoussities of streams. Engineering and contracting, July 1919.

12) India Central Board of Irrigation. Report of proceedings of the Ninth Annual Meeting of the Research Committee, 1939.

13) India Central Board of Irrigation. Publication 13, 1949.

14) Inglis, C.C., Factors affecting meaners of channels. India Central Board of Irrigation. Publication 31, 1943.

15) Inglis, C.C., Meanders and their bearing on river training. The Institute of Civil Engineers, Maritime and Waterways Engineering Devision, Jan. 1947.

16) Jefferson, M.S. Limiting width of meander belts. National Geographical Magazine, Oct. 1902.

17) Jones, A.T. Earth rotation and river erosion. Science, Dec. 1932.

18) Lamba, L.S. The control of meandering of alluvial rivers. Master's report, Colorado A. & M. College, August 1949.

19) Lane, E.W. Design of Stable Channels A.S.C.E. Transactions 1234, 1955.

20) Lane, E.W. and W.H. Borland. River-bed scour during floods A.S.C.E., Transactions, 119, 1954.

CHAPTER IIII

SUMMARY AND CONCLUSION

For the hydraulic anc irrigation engineer who has to deal with alluvial rivers, the question of training the river to behave in a desirable manner is of vital importance for avoiding and diminishihng the damage to structures and adjoining lands.

The review of literature in Chapter II shows that this complex phenomenon takes place due to bank erosion and is followed by sediment transportation. In a bend the concave side is developed by erosion, while at the same time convex bars are built up downstream by deposits. With the variation in flow, the river is trying to attain equilibrium by adjusting its curvature and velocity. The subject is very broad one and the cases of each river, even of the same region, are different.

The laboratory study on meandering has made it possible to watch the movements of the eroded materials from banks to the point where it deposits and to observe the direction of top and bottom currents.

From the previous studies it can be stated that the main variables affecting the meandering in alluvial rivers and streams are :

1) The shape of the channel cross section.
2) The discharge, the bed slope and friction.
3) The nature of the banks material and the degree of its erodability.
4) The sediment load with the flow and its characteristics.
5) Obstructions constructed on the water way.

Every phase of meandering represents a changing relationship between three closely related variables.

(1) The flow and the hydraulic properties of the river.

(2) Sediment moving along the bed, and

(3) Rate of bank erosion.

Recommendations for further study

The above variables make the model studies quite complex and many conditions have to be imposed to simplify the study. Again the limitation with respect to time may not throw considerable light on the work done so far. So additional experimental work on this aspect will be necessary for longer periods of time to cover further advanced stages of meandering.

It may be advantageous to study the effect of different channel shapes such as parobolic, rectangular and other sections which are commonly found in practice.

A study on the effect of structures obstructing the flow (dykes, piers ...) on the development of meandering would help to detect and protect the dangerous meandered zones.

Further experiments on meander length are necessary to establish the relations of meander length with discharge, slope, bed material and time.

Additional experimental work will prove valuable in obtaining useful plots showing the relationships among the various factors from which a good forecast of the meandering pattern can be made.

Meandering of the River Nile after Constructing the High Dam

For the case of our River Nile, it is to be noticed that the sediment load will be completely changed after the construction of the High Dam. The total load of sediment will be stopped in the reservoir and the only load carried by the River will be due to the degredation. Knowing from the previous discussion that the sediment load is one of the main

4) Alluvial channels do not meander if the discharge in the channel is less than the critical discharge. When the discharge is more than critical, meandering begins. The meander width for V-shaped channels varies with $(Q - Q_c)^{0.46}$ for constant slope, time, and bed material size. For very large discharges, as in flood flow, when Q_c is very small compared to Q, the meander width M_W increases with $Q^{0.46}$.

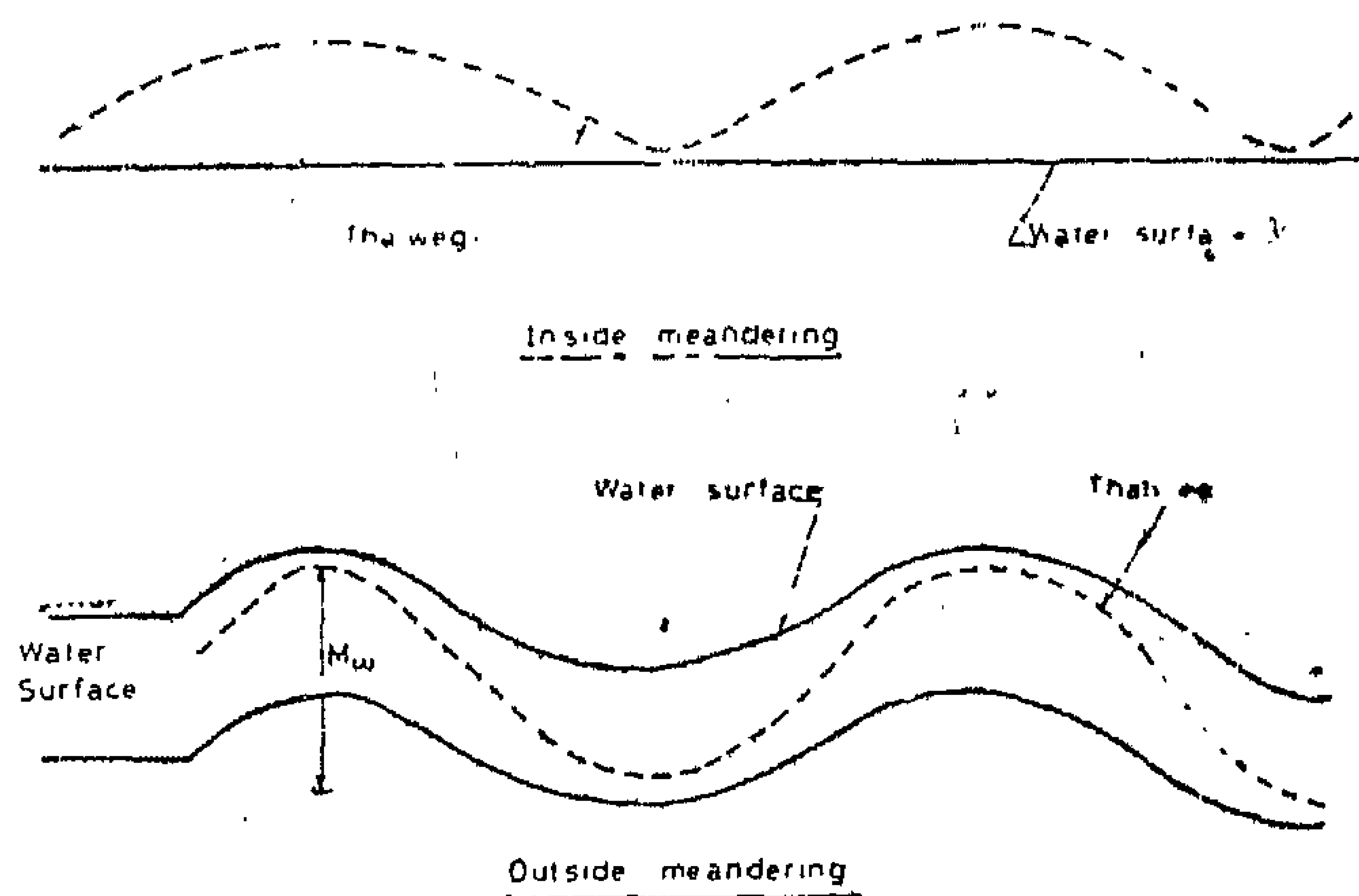


FIG 5. DEFINITION SKETCH FOR INSIDE AND OUTSIDE MEANDERING

5)) Meander width increases with increase in bed slope. Also the slope influences the critical discharge. The steeper the slope, the smaller is the value of critical discharge which results in the increase of M_W.

6) Bed material size has influence on the meander width. It varies with $\frac{1}{d_s^{\,0.38}}$

The larger the bed material size, the slower is the rate of meandering. In addition, as the bed material size increases, the critical discharge increases and the meander width decreases.

7) Meander length M_L increases with time and tends to become constant. Also meander length decreases with increasing slope.

8) The meander development continues with time systematically until the meander reaches final stage and equilibrium condition is usually established.

9) The sediment transport in the meandering channel decreases with time and tends towards a constant value.

10) Meandering can be attributed to the step taken by nature to decrease the excess slope of the channel by increasing the valley length through the development of a series of bends. The length of the thalweg increases with time until the channel ceases to meander and attains equilibrium.

2) The following relationship, fig. (4), based on dimensional analysis, was obtained from his study.

$$\frac{M_w}{d_s} = 0.76 \left(\frac{Q\,S^2 - Q_c\,S^2}{d_s^3}\,t \right)^{0.46}$$

where : M_w is the meander width,

d_s is the mean diameter of bed material

t is the time,

Q is the discharge,

Q_c is the critical discharge which is the discharge at which critical shear velocity exists,

S slope of bed in the straight channel at t = 0

3) The channel section has an effect on the development of meandering. Under similar conditions and for a constant discharge, the meander width in alluvial channels varies with $(Q\,S^2 - Q_c\,S^2)^{m1}$ for V-shaped sections and with $(Q\,S - Q_c\,S)^{n1}$ for broad trapezoidal sections, and for constant time and size of bed material. The meandering in the V-shaped channels starts from the center (deepest point) of the channel and works inside the banks (inside meandering) before it widens the banks, while the meandering in the rectangular channels starts with the widening of banks (outside meandering). fig. (5).

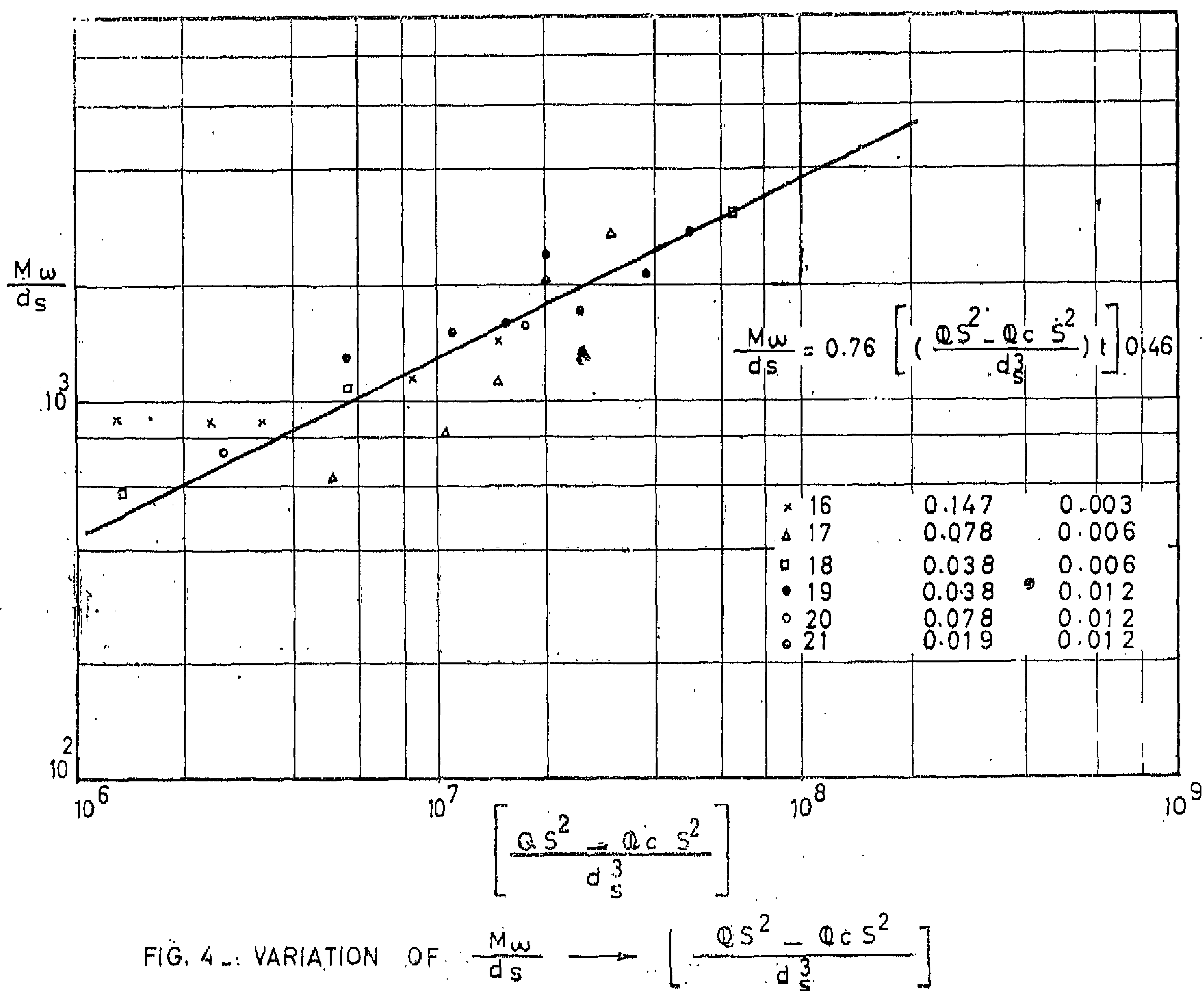


FIG. 4 – VARIATION OF $\frac{M_w}{d_s} \longrightarrow \left[\frac{Q\,S^2 - Q_c\,S^2}{d_s^3} \right]$

Such plots can yield valuable data for comparison with variables actually existing in the field.

In 1950, Shukry (25) illustrated that the velocity is greatest at the inner end of the bend section in a deep channel of rectangular cross section.

In sediment study in bends and canal branches, Ismail (37) in discussing the flow in bends and applying it for the study of sediment distribution between canal branches, shows the effect of the secondary flow in the bend on the sediment distribution, and that the sediment does not follow the velocity distribution. The sediment is more readily deflected quicker than the water and the sediment ratio deflected to branch canals is much higher than the water ratio.

In 1951, Werner (34) considered water flowing through a straight channel. This water becomes subject to some local impulse or disturbance, forming an asymmetric wave striking alternately on right and left banks. The wave will initiate some erosive action and the initial bend formation which in turn forms the disturbance for the next, etc.. The motive power for this action is derived from the excess energy of the stream. Werner justifies his theory from the checks he had made against the observations on natural and model streams. He considers the meander length (wave length)

$$M_L = 2 \beta_t [-1 + g/\beta^2 n^2 SR^{1/3}]^{-1}$$

in which,

β_t is the width of river channel at time T,

β is the silt content,

n is Manning's roughness, &

R is the hydraulic radius.

In 1953, Thomas (27) explained the cause for helicoidal flown in bends. When water flows in a curve, a force is needed to produce the change of momentum of flow resulting from the change in direction of flow. In a curved channel, the level rises towards the outer concave bank. The transverse slope of the surface representing the increase of pressure required to produce the change of momentum. The forward velocity of flow is greater at the surface, however, than near the bed so that, with the same force acting on each, due to the same pressure gradient, the flow at the bed is deflected more than the flow at the surface.

The difference between the angles is reduced by the interchange of mementum due to turbulence and by bed shear, but the general result is that the mean curvature of surface flow in plan is less than the mean curvature of the channel, whereas the mean curvature of bed flow is greater producing the well known feature of cross flow at bends and surface water diving at the concave bends.

In 1954, West (35) defined alluvial rivers as rivers flowing in valleys composed of alluvial deposits, and since their channels are unstable, they have the tendency to swing and widen the meander belt. They shift their channels laterally, back and forth across the entire valley floor in a sinuous S-shaped pattern forming a series of bends with relatively straight reach between. Other important feachures are cut-offs and chutes with the resulting formation of oxbow lakes.

In 1955, Lane (19) refers to the force, caused by motion of the water past the particle, resting on the level surface, which moves the bed. If a particle is on the sloping side of a canal, it is acted on, not only by the water, but also by the force of gravity which tends to make it roll or slide down the slope.

In 1960, Nagalhushanaish (36) in his experiments on V shaped channel, arrived to the following conclusions.

1) The necessary condition for the origin and development of meandering of an aluvial channel is the erosion of bed material and deposition of the eroded material downstream.

In 1943, Inglis (14) stated that rarely in rivers, but commonly in canals, the charge in movement just equals the amount of sediment that the discharge can carry with the slope available. When the conditions persist for a sufficient length of time, the channel develops the natural shape and slope for these conditions and the channel is said to be in equilibrium. Where the charge is less than can be carried by the discharge with the slope available, the excess energy causes scour which continues until the charge exceeds the equilibrium charge for the depth downstream and meandering results.

In 1944, Mockmore (22) explained on the basis of model experiments that bank caving is due to the secondary currents attacking the outer bank and carring it into the the slack water zone of inner bank for deposition. The rate of bank erosion is dependent on the velocity of flow, degree of curvature, angle of attack and resistance of bank material.

In 1947, Inglis (15) referring to the factors affecting meanders states "Although it is obvious that meanders must be due to divergences from equilibrium, yet many workers failed to produce meanders in laboratory experiments, even when material was laid to a very steep gradient, so the early workers induced meanders by constructing curved entry channels".

He stated that in channels with widely fluctuating discharges and silt charges, there is a tendency for silt to deposit at one bank and for the river to move to the other bank. This is the origin of meandering. The most rapid erosion usually occurs during high stages of flow while during low stages the deposition takes place.

In 1949, Lamba (18) in his analysis to the phenomenon of meandering by the dimensional analysis, gave these relations,

$$C = \Phi_2 \ (S.\ Fr.\ R.\ ) \qquad (1)$$

$$\& \ \frac{WX^2}{Q} = \Phi_2 \ (S.\ Fr.\ R\ ) \qquad (2)$$

where X denotes a dependent length parameter and can be substituted in place of width, depth, length and roughness of the stream, W is the fall velocity, C is the concentration of sediment, Q is the discharge, S is the valley slope, Fr. is Froud number and R is Reynolds number.

Equations (1) and (2) can be expressed in a general form.

$$Y = \Phi_3 \ (S,\ Fr,\ R\ ) \qquad (3)$$

where $Y = C$ or $Y = \frac{WX^2}{Q}$, the parameter representing geometry of the meander.

Again he stated: Since open channels flow is primarily a gravity flow, and because the velocity varies as the square root of the channel slope, F and S may be combined into one parameter as

$$\frac{F}{\sqrt{S}} \qquad (4)$$

The expression (3) can then be put in the general form

$$Y = \Phi_4 \ (\frac{F}{\sqrt{S}}.\ R\ )$$

that is, the meander geometry and the sediment concentration are functions of Reynolds number and $\frac{F}{\sqrt{S}}$.

Hence they are plotted from experimental data to give a relationship between these three parameters, as shown in figure, (3).

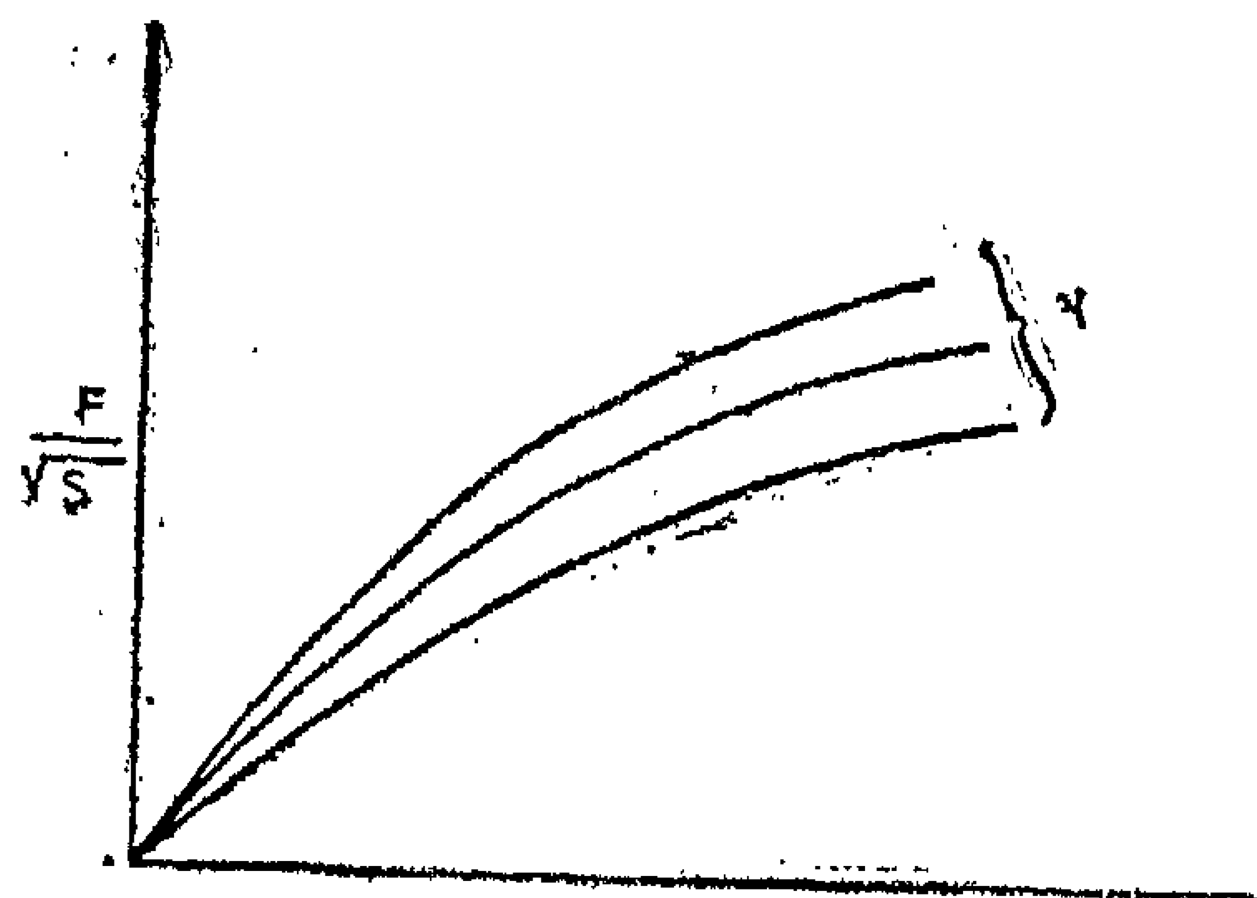


FIG. 3 - DIAGRAMATIC REPRESENTATION OF DIMENSIONLESS PARAMETERS

four-distinct types of banks which control meandering.

(1) Easily erodable banks will result a wide shallow meandering channel with fairly steep slopes developed.

(2) Slowly erodable banks develop a slow meandering relatively deep channel with fairly flat slopes.

(3) Entirely resistant banks develop a deep narrow channel with flat slopes.

(4) Extremely erodable banks result in a braided river with extremely steep slopes. These tests showed that three main variables closely related to each other.

(1) Discharge and the hydraulic properties of the channel which determine the sand capacity and eroding power.

(2) Amount of sand moving along the bed.

(3) Rate of bank erosion.

These three variables try to reach a balance. A change in either discharge, slope, amount of sand entering a bend or rate of bank erosion tends to bring about changes in the channel section and the pattern of the meander. The extent of the changes is often impossible to determine because of the great dependency of the variables upon each other. This makes the phenomenon of meandering too complex for purely mathematical treatment.

The tests showed the following results.

1) Increase of velocities by increasing slope resulted in increasing the meander length M_L and meander belt M_b of bends and increasing the rate of bank erosion. The more rapid the bank erosion, the shallower the cross section. Thus the hydraulic radius is decreased by wide channel with shallow section and velocities are reduced.

2) Deposition or scour over each small areas of bed depends on the relationship between the amount of sand entering the area and the sand carrying capacity of the flow over the area. If the two rates balance, there is neither deposition nor scour. Deposition occurs when the silt carrying capacity is less than the rate of sand entering and vice versa.

3) Development of bends of a meandering river is the result of both the processes described with deposition on the convex side and scour on the concave bank. Sand entering a bend tends to divert from the thalweg and move towards the bar where deposition takes place and the cross sectional area is reduced and the velocities increased. On the concave side, the turbulent flow erodes the banks in an effort to increase the area of the channel. Sand thus eroded feeds the thalweg which deepens or shoals, depending upon the rtae of erosion of the adjacent banks.

4) For a given discharge and slope, the slope of each bend depends upon alignment of flow into that particular bend.

5) Local differences in the erodibility of the bank material change the slopes of bends.

6) Rivers form chutes when the bend becomes too long or when the alignment into a bend changes, with flow directed towards the convex bar.

7) A cut-off occurs when locally resistant banks prevent the normal downstream migration of a bend, and a narrow neck forms between the upper and lower areas.

8) Flow variations play an important part in river behavior. The low flows scour the crossings and often attack the concave bank in the upstream part of the bends. The intermediate flows tend to make longer bends, attack the concave banks in the mid part of the bends, and sand is deposited along the edge bars. The highest flows tend to make even longer bends, attack the concave banks along the downstream parts of bends and deposit sand along tops of bars.

degrading, and in channels which neither aggrade or degrade. According to him there are five variables which affect meandering.

(1) *Valley shape,* it is the overall shape of the land surface traversed by the stream and is measured down the axis of the valley as determined by the general course of the stream. A change in the valley shape always produces change in the meander patterns, assuming next three variables unchanged.

(2) *Bed load,* its composition as well as its quantity-rate movement affects the pattern.

(3) *Discharge,* it is taken as the average yearly discharge. A close relation exists between the rate of discharge and the rate of bed load movement.

(4) *Bed resistance,* is controlled by the material composing the alluvium. Grain size, specific gravity, cohesion and roughness of the channel lining are important factors.

(5) *Transverse oscillation,* this relates to the changes in the slope of the water surface at right angles to the axis of flow. The resulting water surface may be likened to the warped surface of a sinuous highway with super elevation at the concave shores. This surface oscillation is ever present when bed load is in motion, whether straight or curved.

Besides the above five major factors, the influence of the following minor factors is discussed.

(1) *Sediment in suspension,* this does not appear to be a basic factor in meandering. It affects at the most the channel roughness slightly.

(2) *Axis of current,* during ordinary stages and particularly during falling stages, the thread of the greatest velocity is close to the concave banks. During rising flood stage the thread of the max. velocity tends to shift away from the outside to the center of the channel and during a bank full atage, it is found to be at considerable distance away from the concave bank. It is only in the falling stage that convex bars receive their greatest deposite causing swifter water to hug the concave shore and undermine its toe. Bank caving is therefore active during a falling flood stage.

(3) *Helicoidal flow,* takes place in channels which are deep relative to their widths. Streams engaged in heavy alluvial deposits are are shallow in cross section and practically are devoid of helicoidal motion.

(4) *Hydraulic gradient,* it is a succession of modifications of the valley slope into gradients adopted to the transportation of both water and sediment under the peculiar bed resistance and variable flow conditions existing. Hydraulic gradient changes with stage. The pools or deep bend sections have flat surfaces during low stages, but gain rapidly in slope during rising stages, and possess the steepest slopes during flood flow. Consequently, straight channel portions, called the cross over reaches, have their steepest slopes during low stages and flattest during high stages. At bank full stage, hydraulic gradient approaches uniform throughout.

(5) *Channel width,* although it is in some measure related to each of the five basic factors, it is not believed to be a basic factor.

Between 1942-44, the Mississipi River Commission (8) conducted a laboratory study of the meandering of alluvial rivers. The purpose of the study was to determine the basic principles of meandering and to determine the basic principles as to the changes brought about in the channel of a meandering river by stabilization of the caving banks. The results as observed can be summarized by

If $r = \frac{D}{Do} = 1$; and also if $\Theta = O$,

$$\frac{D}{Do} = 1.$$

$$\therefore \frac{D}{Dc} = \left(1 + \frac{a\,\Theta^{p}}{r^{a}}\right)$$

is an expression which will fit the conditions, and as a first approximation we can try

$$\frac{D}{Do} = \left(1 + \frac{a\,\Theta}{r}\right)$$

In practice, r cannot be less than unity, (i.e. R = half width W) and Θ is practically never more than $\frac{3\pi}{2}$ radians (270)°. These two extreme cases cannot occur together. In fact the worst combined case is where r = 2, i.e. R = the whole width 2W), and $\Theta = \pi$ (180°).

For this case, some observations indicate that $\frac{D}{Do}$ is about 3, so that $\frac{a\,\Theta}{r}$ (or $\frac{a\,\Theta\,W}{R}$) = 2 and $a = \frac{4}{\pi}$, which makes :

$$\frac{D}{Do} = 1 + \frac{4\,\Theta W}{\pi r},$$

while Boussenesq's formulaa is

$$\frac{D}{Do} = 1 + \frac{3}{4}\sqrt{\frac{2W}{R}}$$

Recently, in 1940, Chatley considered the development of sinuousity from an initially straight channel and assumed that any slight inequality of flow, asymmetry of channe, or the entrance of a tirbutary will initiate the process of meandering. His approach was from Kennedy-Lacey's flow formula and developed the following relationship :

$$\frac{m_s}{m} = \left(\frac{2L_s}{L}\right)^{3 \text{ or } 2,}$$

$$\frac{P_s}{P} = \left(\frac{m}{ms}\right)^{3/2} = \left(\frac{L}{2L_s}\right)^{4\frac{1}{2} \text{ or } 3}$$

$$\frac{V_s}{V} = \left(\frac{ms}{m}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{2L_s}{L}\right)^{\frac{1}{2} \text{ or } 1}$$

where m_s and m are the hydraulic mean radii of the meandered stream and initial one, P_s and P their perimeters, V_s and V the mean velocities, Ls and L the meander length and the air length or thalweg chord.

Thus sinuousity will increase hydraulic mean depths, decrease perimeters and increase mean velocities. As a result of the increased velocity, the sides of the concave bends will be scoured. The lengthes of loop will increase to a maximum and the eroded material will gradually shift the loop downward. He also proved that the larger the ratio of width to chord, the smaller the max swing angle and vice versa.

In 1941, Matthes (21) in the study on basic aspects of stream meanders set forth certain fundamentals relative to the dynamics of the meandering streams derived from his own observations which were on undistorted as well as distorted experimental models.

He defines meander to be a channel of letter (S) pattern, fashioned in alluvial materials which is free to shift its location and adjust its shape as part of a migratory movement of the channel as a whole down the valley. Mere tortuosity and crooked channel alignements are not classified as meanders. In his use of the terms "stream meander", there are 2 extremes, one in which meandering occurs at high altitudes in mountain streams whose beds often are of coarse gravel, while at the other extreme are the small low water channels that meander in the wide dry beds of some of the large streams. The dynamic aspects in both cases are similar. Meandering takes place alike in aggrading, in

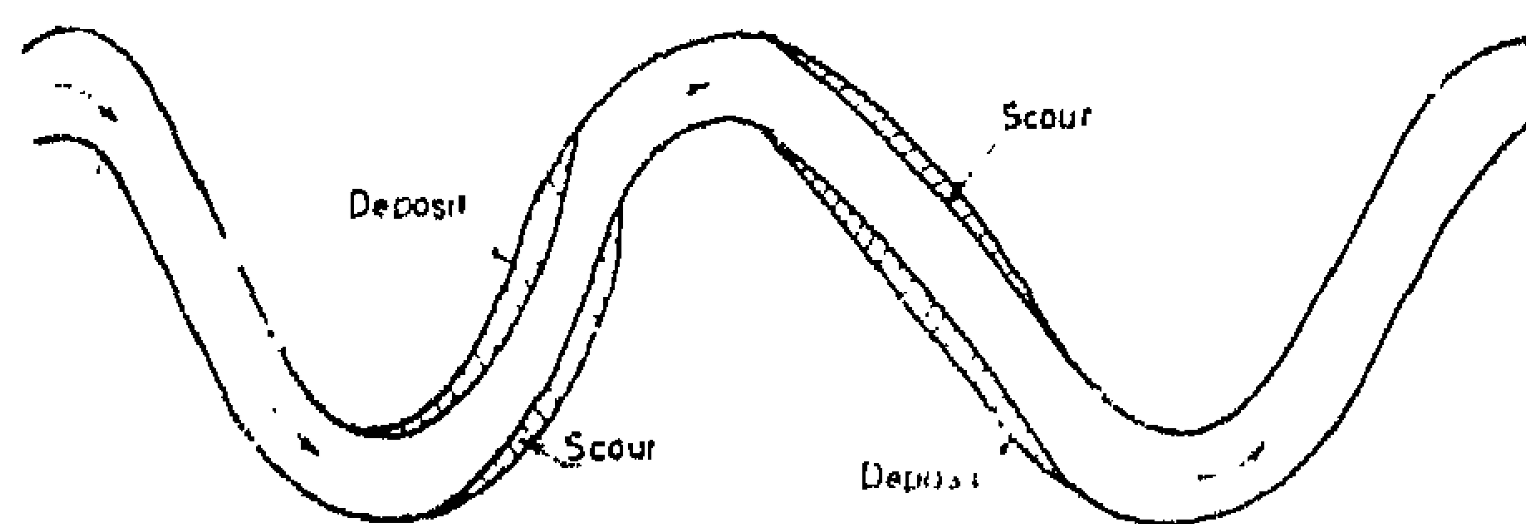


FIG 2. SCHEMATIC REPRESENTATION OF TRANSFER OF BANK MATERIAL

Here the angle of deflection did not appear in the formula. Chatley stated that the deflection and curvature are inter-rated and either may be used as a criterion to a limited extent.

Ripley Rule :

$$\frac{Y}{Dn} = 1.445 \left(1 - \frac{X^2}{W^2} \right) \left(1 + 17.52 \frac{X}{R} \right)$$

where :

Y is the ordinate from the water level to the bottom,

X is the obsissa reckoned from the middle of the width,

D_n is the mean depth,

R is the radius of curvature of the outer low water line, and

W is half the mean width.

Chatley stated that this term $\left(- \frac{X^2}{W^2} \right)$ implies that the straight reaches have a rectangular parobola sections, which is quite inconsistant with the observed side slopes in some large rivers. Ripley modified this to a hypothetical ellipse segment, but still disregarded the side slope control. He also makes no allowance for the length of the curve, which is certainly an important consideration.

Chatley again refers to Thomson's observations of helicoidal flow at curves, who indicaed that the helical flow is due to a tendency to form a free vortex outside the thelwag. Inside the thelwag, the conditions resemble a forced vortex. As the former is irrotational, the loss of energy should be principally in the latter.

In order to deflect a fluid momentum $m\ v_o$ through an angle Θ, there must be generated by loss of head a cross momentum $m\ v_o\Theta$. If this applied cross momentum is wholly converted into the spin of eddies after passing the bend, there is a max. loss of energy

$$\frac{m\ v^2\ \Theta^2}{2}$$

If at the vertex of the bend the whole kinetic energy is temporarily in the form $\frac{m\ v_1^2}{2g}$, then

$$V_1^2 = V_0^2 + V_0^2\,\Theta^2 = V_0^2\ (1 + \Theta^2)$$

If Kennedy's rule $V \propto D^2/^3$ is true

then at the bend $D \propto V^3/^2$

$$\text{or } \frac{D}{Do} = (+\ \Theta^2)^{3/4}$$

Thus, If $\Theta = 1$ radian , $\frac{D}{Do} = 1.68$

" if $\Theta = 2$ " , $\frac{D}{Do} = 3.34$

which agrees with observations.

Thus, the excess of depth at the bend, arising from excess kinetic energy, due to rapid deflection of the stream, should tend to be a function of the deflection and of the mean or max. curvature.

linear rate of deflection =

$$\frac{d\Theta}{dL} = \frac{1}{r},\ r = \frac{R}{W} \qquad \frac{D}{Do} = f\left(\Theta, \frac{1}{r}\right)$$

In 1932, Jones (17) explained that when a body is moving north or south, the magnitude of the coriolis force is :

$2 \ m \ V \ w \ \sin \lambda$, where :

m is the mass of the moving body,

V is the speed with which it is travelling,

ω is the angular speed of earht, and

λ is the latitutude of the locality.

For a river which flows north or south at 5 miles an hour in latitude 42°, the deflective force turns out to be about 0.0000223 of the weight of the water. If the river flows east or west, the force is about 0,0000334 of the weight of water.

Also in 1932, Fairchild (7) inclined to conclude that the effect of deflective force or any ordinary stream is very small.

As far as the hydraulic engineer is concerned, the effect of the earth's rotation is of academic interest only. Its force is negligible and cannot possibly have sufficient effect to be a factor in the formation of general progression of meanders.

In 1933, Vogal and Thompson (33) disproved the theory of Thomson (28). They observed the movement of bed material towards the convex side of a bend, although there did not appear to be any definite flow of water in that direction. They stated "the impossibility of using the commonly accepted theory of helicoidal flow to explain the above phenomenon leads the authors to accept the theory for movement of bed material by turbulance of the water in the direction of decreasing velocity".

In 1939, the Central Board of Irrigation in India (12) stated that :

(1) Erosion leads to meandering.

(2) Soil composing the banks definitely influence the meander patterns.

(3) Variations in discharge affect meandering.

(4) Obstructions such as wiers or bridges increase tortuosity.

(5) Sharp loops in a river are not a sign of reduction in discharge.

(6) Artificial cut-offs are not successful and cause compensating lengthering of the channel downstream and even upstream.

(7) Flood embankment tend to reduce tortuosity.

In 1939, Tiffiny (29) stated :

"A preliminary test established the fact than an initially straight channel without any disturbing factors to cause a deflection of the directive force of the water, would remain straight".

He has shown that the increased sediment feed will result in the development of greater and more frequent bends. Tributaries carrying sediment behave this way.

In 1933 and 1940, Chatley (4) in his approach on the theory of meandering criticized the formulae of Boussinesq, Fargue and Ripley.

Fargues' formulae :

$$C = 0.10 \left(\frac{D}{Do} \right)^3 - 0.51 \left(\frac{D}{Do} \right)^2 + 1.17 \left(\frac{D}{Do} \right) - 0.76 \qquad z$$

where :

C = reciprocal of radius of curvature in kilometers.

D = max. depth of section in curve, and

Do= max. depth of section in a straight reach.

ing and may result in local scouring or silting independent of concavity or convexity of the river bank.

He summarised his theory in the following points :

(1) The tendency of meandering is attributed more often to the resultant of the pressures and the forces of inertia acting laterally in a manner similar to the buckling of rods under pressure.

(2) When any concavity is developed it is increased as a result of centrifugal force, eddies in the concavity, and the transport of bottom material as far as the obstruction.

Thus, in designing a bridge or other work which may act as an obstruction, we should not merely consider the raising of the water lev at nigh stages, but also the possible erosion of the banks upstream. The only practical guide in predicting this is the previous observations on the same stream.

(3) The bank protection need not be continuous. It may consist in steeply sloping spur dikes, properly spaced, which are very much like the points at which a rod is firmly supported to prevent its buckling.

(4) In connection with the correction of rivers, the question is whether the new channel should be straight or curving. The straight channel causes less bank erosion and it is often used. However, from the point of view of navigation, it has the disadvantages of increasing the slope, and as a result, of eroding the bottom. On some rivers, it is considered that a channel whose bends are marked without being excessive is easier to maintain, in a stable condition, than is a nearly straight channel which may shift, during low water. This recalls the fact that a acurve of great radius is often preferred to a straight line in railway construction.

(5) When the slope increases downstream, the tendency to buckling is replaced by a tendency to straighten the channel. The main current leaves the concave bank in spite of the centrifugal force and follows the convex bank. In many cases we have the same condition during high stages. The relative importance of obstruction changes and the variations of surface slope sometimes change direction. The current scours out a channel along the convex bank, which sometimes causes an island to develop, or changes a bend into an oxbaw lake.

(6) In torrential streams, according to Surell, the fact that the current follows the concave bank and that large pieces or rock are scattered along the convex bend, should not lead us to the conclusion that no protective works are needed on the latter side. It is obvious that these great pieces of rock were transported to their present position during some period of unusually high water when the main current followed the straight line, and that another such flood may cause erosion on that side of the stream.

In 1927, Claxton (3) stated that a river may readily coordinate velocity to resistance by simple windening its banks, but because it does not do so, but meanders, there must be another explanation. His explanation of the rivers in Punjab in India, is that silt from erosion of banks is the primary factor. He further states that no river will flow straight in an alluvial plain, due to the erosion brought about. He also holds that silt remains on the same side upon which the erosion takes place. This means that the silt eroded from the concave bend will remain rolling on that side and deposit on the convex side of the bend below which will be on the same side of the flow.

Chapter II

THE PROBLEM

In this paper we will try to give a brief literature about what had been done in this field concerning the general characteristics of rivers and the influencing factors causing the meandering in alluvial streams. Also what must be done in the future will be suggested to give an almost complete solution of the complicated problem and the most effective methods protecting the hydraulic structures and the adjacent lands from distructive action of meandering.

In 1876, Thomson (28), in his article on the origin of winding of rivers in alluvial plains, observed the wearing of the outer bank in the bend of an alluvial channel inspite of the slower velocity prevailing at the outer bank when compared to the greater velocity in the inner bank. He explained that this was due to the presence of centrifugal force of the particles creating a transverse oscillation which brings the lowering of the water at the inner bank and raising the water at and near the outer bank which is named as the helicoidal flow. Once the phenomenon starts, it continues downstream.

In 1884, Gilbert (9), stated that the earth's rotation is the cause of the deflection of streams. He pointed out that the deflective force due to terrestrial rotation varies directly with the velocity of thream and he developed formulae to estimate the magnitude of deflective force.

$F + 2 V n \sin \lambda$, where :

F is the deflective force per unit of mass due to rotation, V is the velocity of stream, n is the angular velocity of the earth's rotation and λ is latitude of the locality.

In 1902, Jefferson (16) established a relation from the study of a number of natural rivers that the limit for the width of the belt of meanders of any given stream is 18 times the meander width of the stream. This is a purely emperical and deals with natural rivers which have almost reached equilibrium conditions.

In 1906, Grigges (10) stated that many tribuataries carry heavy bed load and drop it in the main stream. Some of the tribuataries impinge on the banks of the main stream at the oblique angle, causing an asymmetric bend which leads eventually to the development of a series of bends downstream. Therefore it can be said that one of the direct causes of meandering is the tendency of a loaded stream to deposit sediment behind any obstacle projecting into the current.

In 1910, Eakin (5) stated again than an object upon theearth's surface and at rest with respect to it, has a certain gratory velocity equal to that of the earth's surface at the same latitude. There is also gravitational force which tends to counteract this centrifugal force. The resultant force furnishes a component acting along the earth's surface towards the equator to the right in the northern hemisphere and the left in the southern regardless of the direction of movement of the flow.

In 1919, Hoc (11) explained the origin and development of meander on the basis of an analogy. When drops of rain water run down a greasy window plane, they do not flow in a vertical line, but turn sharply from side to side. Similarly, the flow in a straight channel takes serpentive paths which mold the erodable banks to wave patterns. In his theory he compares the sinuousities of river flow with the effect of bending flexible columns under longitudinal compression. He states that any obstruction to flow may be considered as an artificial cause of meander-

Meandering Phenomenon :

Sand entering at the head of an alluvial river travels only a short distance before it deposits on bars on the inside of bends and is replaced by sands eroding from concave banks. The same phenomenon is repeated where soil or hydraulic conditions change and the deposition and caving of the banks remain continuously in operation. In uniform materials and on uniform slope, a series of uniform bends develop. Cross sections of a meandering river are deeper along the concave banks of bends because of the impingement of the flow against these banks.

Variables involved in the phenomenon of Meandering :

They are those which would describe the geometry, flow, fluid and sediment characteristics.

(1) Geometric characteristics :

M_W = Meander Width

M_L = Meander Length

S = longitudinal bed slope

α = initial angle of attach

W = width of stream

D = depth of water in the stream

K = roughness coefficient.

(2) Flow Characteristics :

Q = Discharge

t = Time.

(3) Fluid Characteristics :

ρ = density of fluid

u = dynamic viscosity of fluid

$\Delta\gamma$ = specific weight of fluid.

(4) Sediment Characteristics :

ρ_s = density of sediment

d = mean diameter of sediment transported

d_s = mean diameter of bed material

σ = standard deviation of sizes of sediment transported

σ_s = standard deviation of bed material

C = concentration of sediment in R.P.M.

f_c = cohesion factor of sediment

f_s = shape factor of sediment.

These variables are either of cause i.e. independent or of result i.e. dependent variables.

The independent variables may be :

Q, t, α, S, ρ, μ, $\Delta\gamma$, ρ_s, d, σ, d_s, σ_s, f_c, f_s

The dependent variables may be :

M_W, M_L, W, D, K.

MEADERING IN ALLUVIAL RIVERS AND STREAMS

By

Dr. MAHMOUD SAID ABDALLAH
Ph.D., M.Sc., M.A.S.C.E.
Faculty of Engineering,
Cairo University, Giza.

Chapter I

Introduction :

A river flowing in an alluvial plain meanders in a series of bends which increase the length of the watercourse to an appreciable extent and cause the depths along the course to fluctuate. This continuous changing course of rivers and streams has created many difficulties to the irrigation and hydraulic engineer.

There is also a condition of instability leading to the erosion and damage of adjoining lands and properties, undermining of bridge supports and shore structures.

In rivers where navigable channels have to be maintained, the existance of bends involves depths near the shores in the concave greater than the average which creates a difficult problem. Many other complicated problems in regulaion arise when erosion and sedimentation take place.

The problem has been dealt with many engineers and geologists, and consequently there is considerable literature available on meandering, but no fully rational laws have been found and the emperical rules given by different authorities do not agree among themselves and frequently prove inaccurate when applied to new cases.

Difinition of Terms :

(1) *A meandering river* is one which follows a sinuous path. It consists of two successive loops, one flowing chockwise and the other anti-clockwise fig. (1).

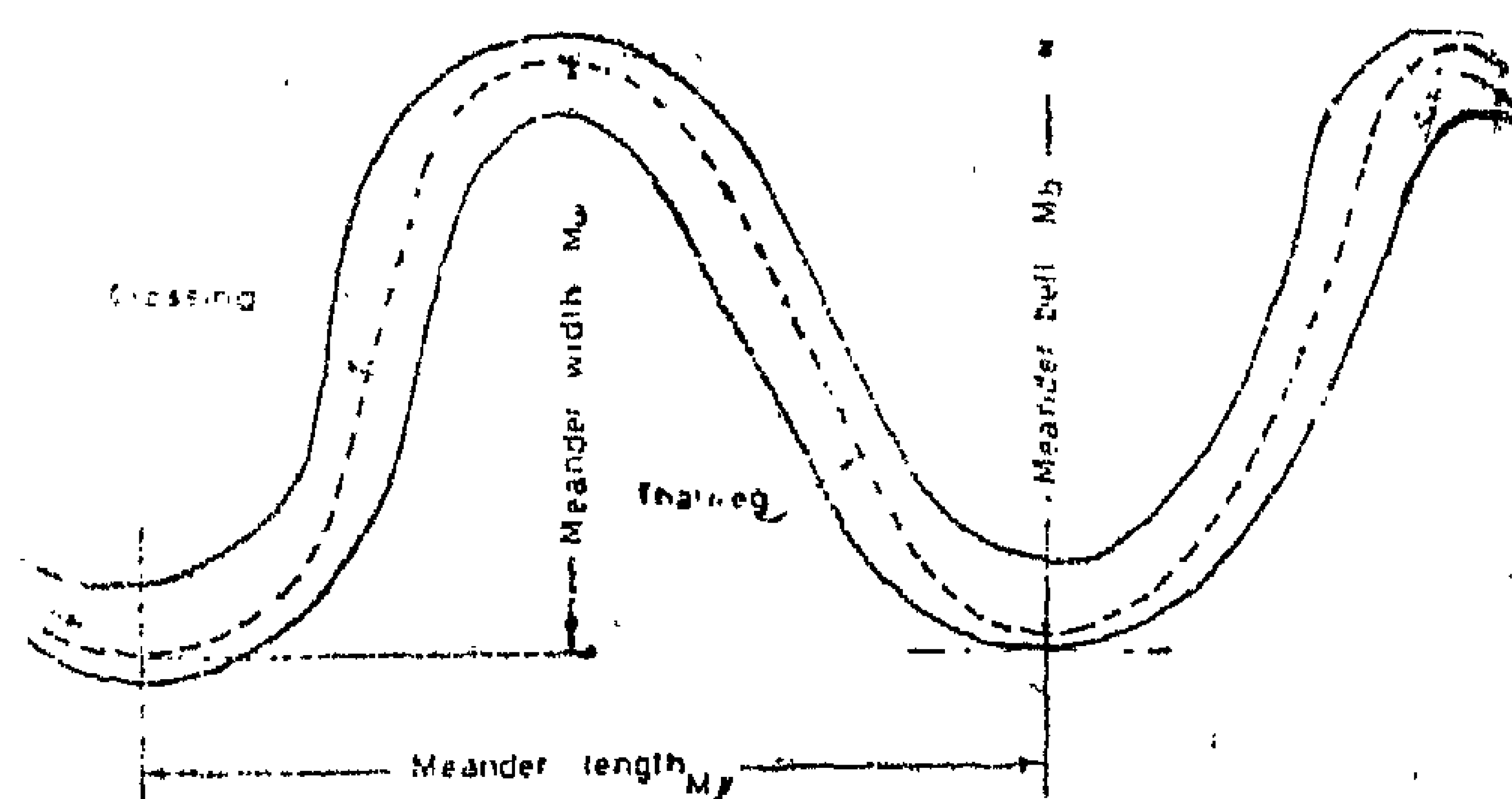


FIG 1. DEFINATION SKETCH.

(2) *A bend* is a curve in a river imposed by external restraint.

(3) *Meander length* (wave length) is the longitudinal distance between corresponding points on two consecutive loops of fully developed meanders (M_L)

(4) *Meander belt* is the distance between lines drawn tangential to the extreme points of fully-developed meander loops (M_b)

(5) *Meander width* is the transverse swing of the major flow (M_W)

(6) *Meander ratio* is the ratio of meander width to meander length

$$\frac{(M_W)}{(M_L)}$$

(7) *Thalweg* is the line connecting the deepest regions in the channel.

(8) *Crossing* is the shifting of the thalweg from the concave side of one bend to the convex side of the bed below,

CONCLUSION

To electrochemistry, science and engineering owe deep gratitude. In practically every phase of science and technology-electrochemistry has contributed widely to its development.

For analytical science, electrochemistry has provided accurate methods of analysis and has developed ingenious versatile instruments. For theoretical science, it has furnished many fundamental theories which led to our present knowledge about many important scientific phenomena. Besides, most electrochemical theories find valuable practical application. In the applied science, electrochemistry has overcome many industrial problems, it has replaced the old, difficult and expensive methods with efficient, easy and lower-cost processes which allow at the same time the production of exceedingly pure products. In many cases it created totally new industries which would not have existed without electrochemistry.

Due to the large potential of electrochemistry it is easy to expect the coming of further valuable contributions in science, especially in the applied field. It is our expectation that in the near future, when electricity becomes available at still lower cost, through the utilization of atomic energy, electrochemical methods will occupy a very important place among industrial processes.

REFERENCES

1) Mantell, C.L., "Electrochemical Engineering", McGraw-Hill Book Company Inc., 1960.

2) Creighton, and Koehler, W.A., "Electrochemistry, Principles and Application "John Wiley & Sons, Inc., New York.

3) MacInnes, D.A., "Principles of Electrochemistry", Reinhold Publishing Corporation, New York, 1939.

4) Glasstone, S., "Introduction to Electrochemistry", D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, N.J., 1943.

5) Blum, W. and Hogaboom, G.B., "Principles of Electroplating and Electroforming", 3d. ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1949.

6) Gray, A.G. (ed.) "Modern Electroplating", John Wiley & Sons, New York, 1953.

7) Uhlig, H.H. (ed.) "Corrosion Handbook", John Wiley & Sons, Inc., New York, 1948.

8) Speller, F., "Corrosion: Causes and Prevention", McGraw-Hill Book Company Inc.

9) Dole, M., "Principles of Experimental and Theoretical Electrochemistry", Mc Graw-Hill Book Company Inc.

10) Vinal, G.W., "Storage Batteries", 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1952.

The electrolytic procedure has been applied to a wide range of metals including copper, iron, manganese, zinc, nickel, silver and lead.

3) Plating and Allied Industries :

Electrochemistry created the art of plating and then developed it to a very modern science. Electroplating operations allow the use of relatively cheap metals from which the object may be fabricated which are then coated with a layer or layers of other metals to improve their appearance and increase their ability to withstand the destructive influence of the atmosphere and industrial conditions. Electroplating is also applied to articles which are worn or damaged, on which thick layers of metal are built up. Thus the highest possible protection and decoration at the minimum cost are now possible through the application of metallic layers of completely controlled thicknesses.

Electrochemistry has developed commercial procedures to plate nearly all the metals and even to deposit any one metal with completely different physical properties to suit various applications. Furthermore, it takes part in cleaning of articles, purification of bath and polishing of deposits.

By codeposition, it is now possible and profitable as well to produce alloys which were either too expensive or even impossible to produce otherwise. Electrodeposited alloys usually have fine grain size, uniform structure, and are amenable to the metallurgical heat-treatments. The alloys are produced cold, hence need not be subjected to undesirable heating. Electrochemistry offered industry a very efficient means for the production and reproduction of irregular and complicated articles. This useful means known as electroforming, includes electrotyping which has as its object the reproduction of printers' setup of type, engravings, and medals the production of phonograph matrices, the manufacture of tubes and sheets by electrodeposition. Electrotyping has been now so perfected that it is possible faithfully, to reproduce by the electrodeposition of nickel, lines 0.00002 in. in width as well as smaller scratches just at the limit of visibility with present microscopic methods. Finally anodizing is the only means to apply paints and dyes to aluminium surface.

4) Electrical industries :

Electrical industries are indebted to electrochemistry for many of their developments. The electrical machinery industries owe their progress to electrolytically refined copper. As a source of current, electrochemistry provided two valuable means, the battery and the rectifier. The latter has many advantages over any other equipment for electrical power conversion, it requires less foundation and building cost, very little attention in running and low maintenance especially in corrosive atmospheres. The electronic tubes have contributed widely to the present-day achievements of wireless receivers, transmission by radio or wire, television and related branches.

5) Corrosion :

The announcement of Whitney's electrochemical theory of corrosion marked the birth of a new era of combat against corrosion, the destructive enemy which causes U.S.A. an annual loss of as high as six billion dollars.

Not only did electrochemistry provide the theory of corrosion, but it also offered many ways for its prevention, by the application of metallic coatings, or the use of corrosion-resistant alloys produced by the electric furnace, or through the use of sacrificial anodes in case of stray currents.

Through the electrochemical corrosion prevention, there has been a real reduction of waste with an increase in our national efficiency.

The distinguished advantages of the electric furnace include the quick availability and adoption of the heat at or near the point of use with a lower temperature gradient between the heat source and this point, the unusually high temperatures obtained, the maintenance of any desired temperature, the ease and greater flexibility of operation, regulation and control, the cleanliness of the furnace and the method of heating, the non production of harmful gases, the ease of control of the furnace atmosphere for the production of oxidizing, reducing, or neutral conditions.

The introduction of the electric furnace was the actual beginning of the high commercial development of the ferroalloys such as stainless, nickel chromium, vanadium, tungsten and molybdenum steels. Other ferroalloys produced include ferromanganese, ferrosilicon, ferrotitanium together with a variety of complex alloys containing silicon, calcium, aluminium, zirconium, titanium, chromium, manganese and metallurgical operations for deoxidation, nucleation, grain refinement, control of hardening and for the development of specific properties in steels, engineering alloys and construction materials.

In steel metallurgy, the electric furnace has caused the abandonment of the crucible method which was so expensive because of the high fuel and labour cost together with the low capacity and short life of the units involved. Moreover, the electric steel is characterized by its high quality and excellent uniformity.

Also the electric furnace has earned a place for itself in foundry work and steel casting practice, as well as for some types of rail steels.

Another important contribution to metallurgy is welding, which renders extremely priceless service to iron, steel and other metals industries. Welding entirely owes its existance to electrochemistry.

In the non-ferrous field, electrorefining and electrowinning methods enable the production of exceedingly pure metals and the recovery of precious metals as well as the working out of ores so lean in metal content that their extraction is completely unprofitable by any other means. Copper electrorefining which accounts for 90% of the total refined copper, allows the production of the high grade quality at low cost together with the recovery of precious metals. The electric furnace accounts for more than 95% of brass melting in U.S.A. Eighty per cent of silver and fifteen per cent of the world production of gold while almost all platinum and rhodium are reclaimed by electrorefining. Practically all selenium, bismuth and tellerium are electrolytically produced. The major part of the world's production of nickel is produced through a thermal and electrochemical process.

In recent years, the application of hydrometallurgy followed by electrolytic deposition for zinc production has gained grounds over the strongly intrenched competitor, pyrometallurgy and zinc distillation. The latter method suffers from the severe disadvantages of entailing relatively large losses of metal, fume-handling problems, limitations of equipment as to size, with heavy repair and maintenance charges on the retorts employed, and relatively high necessary labour attendance.

Beside the previously mentioned metals, electrowinning is now applied commercially to antimony, cobalt, chromium, iron, gallium and manganese.

Electroreduction offers the world aluminium, the most abundant metallic element in the earth's crust and the most important metal being second only to iron in engineering metals. Magnesium, would not have been produced without electrochemistry. Electrolytically produced metals are, beryllium, sodium, calcium, cerium, zirconium, lithium, potassium, strontium, barium, robidium,, tantalum, thallium, titanium, radium, and vanadium. Electrolytic metal powders successfully compete with chemically or mechanically prepared powders.

the needed energy in an electrical manner, offer the required solution. Moreover, when the electric current is used for heating, electrochemical methods may be applied at the point where it is exactly needed.

It can be said that, in many cases, electrochemical methods have replaced the hardest and most expensive chemical processes with easy, simple, direct, clean, quick and efficient methods. In other cases, they produced, at reasonable prices, new products, which cannot be made by any other method. Offered are a few examples in some industrial places.

1) Chemical and chemical Engineering industries :

a) Electrolysis provides the world with a powerful and efficient means to split cheap and abundant chemicals into their valuable constituents. Thus, from water, extremely pure hydrogen and oxygen are produced. From salt, all the chlorine for water purification, sanitation and bleaching and the majority of caustic soda are manufactured[1]. The electrolytic caustic is now many times greater than chemical caustic.

b) Electrochemistry enables nearly every country to produce its own consumption of fertilizers from the most cheap and plentiful raw materials; air and water[2].

c) Many organic and inorganic chemicals are now commercially produced by electrolytic oxidation and reduction. In many cases the yield is higher than that obtained by chemical methods and the products are free from contamination of the reacting reagents. The list of chemicals thus produced includes, chloroform, bromoform, iodoform, white lead, manganese dioxide, cadmium yellow, mercuric oxide, the per compounds, ferricyanides, sorbitol, mannitol and many others.

d) By electrochemical methods, fused quartz, fused silica, carbon disulfide, phosphorus and phosphoric acid are produced in a pure form. No temperature but that of the electric furnace can convert ordinary carbon to the soft, extremely homogeneous and highly pure graphite, while the production of the important calcium carbide and synthetic abrasives would not have achieved their actual present development without the science of electrochemistry.

e) Electrophoresis and electroosmosis are successfully employed in the tanning of hides, purification of chemicals, and in the dehydration of peat, pulp, and clay which are troublesome if dehydrated by other methods.

f) By the electric discharge, hydrogen peroxide is now produced in a more pure and cheap form while ozone is solely and commercially manufactured by this method.

g) Gottrel precipitator proved to be a very useful appartatus in many chemical industries.

2) Metallurgical Industries :

A striking contribution of electrochemical science is the electric furnace which accounts for much progress in metallurgical industries.

The manufacture of many chemical and metallurgical products requires temperatures higher than those obtainable by combustion methods. Since electric heating allows higher temperatures to be obtained, the electric furnace allows many chemical reactions to proceed which cannot be made to take place by other means with any appreciable speed.

(1) All of the chlorine and caustic soda now produced in the U.A.R. are obtained by electrolysis. In 1964 the production of electrolytic caustic amounted to 16,000 tons and that of chlorine 4,000 tons. They are manufactured by the Misr Chemical Industries Company, Alexandria and the Kafr El-Zayat Cotton Company.

(2) This is actually the procedure followed in the Egyptian Chemical Industries Company (KIMA) which has an annual capacity of about 500,000 tons of calcium ammonium nitrate (20.5% of nitrogen). The plant has the unique feature that it does not suffer—in any way—from any difficulty whatsoever concerning the supply of the necessary raw materials simply because they are nothing but air and water.

small samples (0.005 cc.) and very dilute solutions (10^{-6} M), ability to detect one microgram, unaltering the solution by analysis, application to many organig chemicals, monaqueous (but polar) solvents, and even to molten salts and finally, the production of an automatic permanent record.

6) Potentiometric Titrations :

When dealing with coloured or turbid solutions, the ordinary titration indicator methods fail to give satisfactory results because the end points are masked by colour and turbidity. Potentiometric titrations are free from difficulties encountered with indicators in such solutions. Furthermore, they are more rapid than either indicator or colorimetric methods, and give information unobtainable by these methods. The whole course of the titration can be accurately followed thus allowing the study of disturbing factors or side reactions.

II. CONTRIBUTION OF ELECTROCHEMISTRY TO THEORETICAL SCIENCE

Electrochemistry brought to light many useful facts about the chemical structure through the comprehensive investigations of reactions, equilibrium and thermodynamics. Electrochemistry laid down a strong, sound basis for reactions in organic chemistry. A few examples are cited :

The electrolytic dissociation theory explained many phenomena which were inexplicable on the basis of the old chemical theory. Some of these phenomena are the abnormal osmotic pressure, precipitation reactions, contraction in volume on dissolving salts, constant heat of reaction of strong acids and bases and the additive nature of the physical properties of dissolved substances.

Transference measurements revealed many facts about the nature and size of ions in solution.

Conductance measurements are a means to investigate the constitution of colloidal electrolytes. They are applied to determine the basicity of acids, solubility of sparingly soluble salts and the degree of hydrolysis. They are excellent means to follow the course of a reaction. Many examples of saponification, diazotization, esterification and molecular rearrangement have thus been studied. The concept of electrode potentials led to the establishment of the electromotive series which in turn has many significant applications. It explains many chemical reactions such as the displacement of metals, the reaction between metals and acids, the order of deposition of metals from a mixture of different species of ions. It also led to the development of the theory of corrosion.

The theories of polarization, overvoltage and passivity had contributed widely to the theory and application of primary cells, plating and corrosion.

To the metallurgical science, electrolytic polishing and etching proved to be a very convenient and efficient means to reveal the structure of many metals and alloys. Over the mechanical technique, it has the advantages of being more rapid and of eliminating the personal effect.

To the electrical science, electrochemistry has provided the international definition of current intensity, the most convenient and accurate method of measuring the quantity of electricity and the standard cell having and absolutely constant e.m.f.

III. CONTRIBUTION OF ELECTROCHEMISTRY TO ENGINEERING AND TECHNOLOGY

The electrochemical methods have offered and still offer industry with many revolutionary facilities. In chemical processes the energy is usually introduced as heat, but it often happens that the simplest and most direct of the pure chemical methods cannot be used owing to many difficulties raised in the conversion of thermal energy to chemical energy. Frequently it may be necessary to employ several successive reactions to replace the direct one. In such cases electrochemical processes, which involve the introduction of

CONTRIBUTIONS OF ELECTROCHEMISTY TO SCIENCE AND ENGINEERING

By

Dr. AHMAD GENEIDY

INTRODUCTION

Electrochemistry is defined as the science that deals with the chemical changes produced by the electric current as well as with the production of electricity from the energy of chemica l reactions. Theoretically, both branches are equally important. However, from the industrial point of view, the first branch is far more important than the second one.

Electrochemistry has contributed widely to the progress of science and engineering. The contributions are quite numerous and many of them have far-reaching results which have led to outstanding achievements in the various aspects of our civilization. The present paper attempts to give a concise review of some of the most important examples.

I. CONTRIBUTION OF ELECTROCHEMISTRY TO ANALYTICAL SCIENCE

1) Principles of Analytical Chemistry :

The electrolytic dissociation theory as well as the theories of indicators, ampholytes, solubility product, and of mixed electrolytes have offered the fundamental principles on which modern analytical chemistry is founded. The existance of the present short concise system of cation detection and separation as well as the extensive understanding of the factors controlling acid-base titrations are entirely due to these theories.

2) p^H and Its Measurement

The concept of p^H has proved its significance over the older classic titration acidity. Electrochemistry furnished the theory and the means of measurement as well. Through p^H control, it has become possible to reduce production cost, improve production quality and increase uniformity and operating efficiency.

3) Gravimetric Electro-analysis :

Gravimetric electro-analysis has the advantages of being very simple, requiring little effort and attention and can be carried out by unskilful analysts.

4) Conductometric Titrations :

Conductometric titrations can be carried out with high precision on all types of solutions; whether clear, opaque, colloidal, coloured, concentrated or very diluted. Other important advantages are that marked hydrolysis, solubility or dissociation of reaction product, does not materially affect the accuracy of the method.

5) Polarographic Analysis :

It is well known that the control of trace materials by the classical chemical methods is slow, tedious and often difficult. Speed together with accuracy accounts for the universal acceptance of the polarograph as an ingenious tool of analysis.

The polarograph combines many outstanding advantages such as, excellent reproducibility, high sensitivity, rapid operation, simultaneous qualitative and quantitative anlysis, possibility of analysing very

REFERENCES

(1) Jacobsen, L.S.: Steady Forced Vibration as Influenced by Damping", *Trans.* ASME, APM-52-15, 1930.

(2) Milne, W.E.: "Damped Vibrations", *Univ. of Oregon Publications*, Vol. 2, No. 2 (as reported in Jacobsen & Ayre's *Engineering Vibrations,* McGraw-Hill, 1958, p. 253.

(3) Morley and Bryce: *Journal of the Royal Aeronautical Society*, Vol. 67, June, 1963.

This is readily integrated to give

$$\delta^{1-n} = 1 - (1-n)\,\zeta_n\,\omega t \quad (n \neq o) \qquad (11.a)$$

for values of "n" other than unity. For n=1, this reduces to the familiar expression for viscously-damped systems, cited previously, viz.

$$\ln \delta = -\zeta_1\,\omega t \qquad (11.b)$$

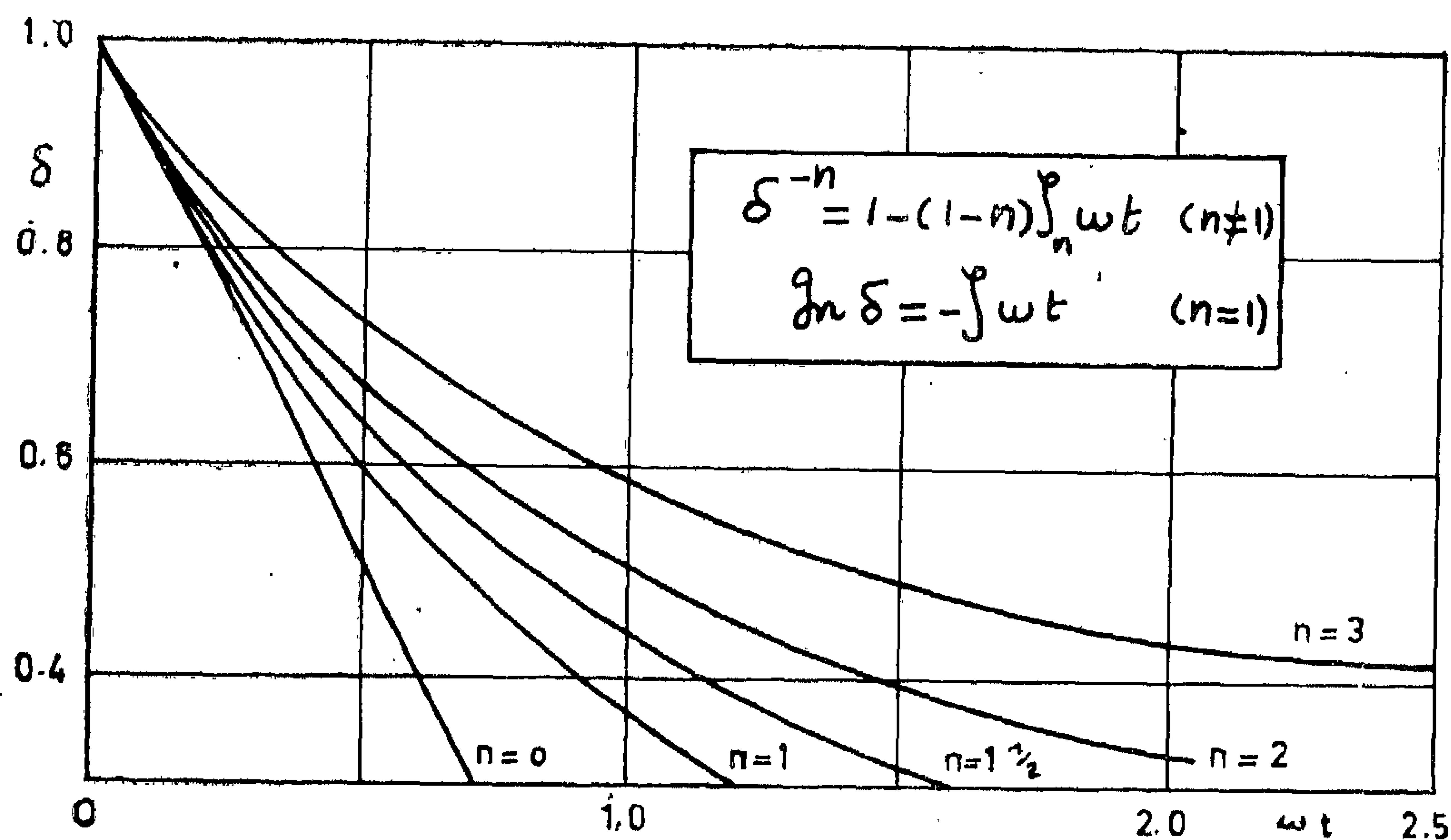
For constant friction, n=o, eqn. (11.a) yields

$$\delta = 1 - \frac{2\,C_o}{\pi}\,\omega t \qquad (11.c)$$

The decay of amplitude ratios with time, according to eqns. (11), is plotted in fig. 4, for different values of "n" and for the same initial values of "δ" and (dδ/dt) as equation (9).

This solution at least has the merit of giving the exact answer for the two cases of viscous damping and constant friction. It should presumably be reasonably accurate for values of "n" between these two limits, i.e. between zero and unity.

Furthermore, it gives more rapid decay than eqn. (9) for values of "n" higher than unity. Yet when we come to compare it with Milne's, we find that it gives also a higher rate of decay than the exact solution, for "n" equals 2. For δ = 0.312, given by Milne after the first half swing, eqn. (11.a) gives a value of as low as 2.247, which is about two thirds of Milne's value.



(Fig. 4)

Comparing eqn. (9) with Milne's results for velocity squared damping, we note that fig. 2 gives a value of 3.785 for $\delta = 0.312$, which is achieved after the first half-swing according to Milne's solution, instead of "π". Even if we allow for the known fact that the frequency increases as the vibration decays, the value of (ωt) given by Milne as 205 degrees (or 3.58 radians) is still less than that of equation (9).

The explanation is not far to seek. As pointed out by Jacobsen himself, the equivalence of the damping work is only fulfilled if the "corresponding motions are harmonic". The worst approximation occurs when "n" approaches zero and when it becomes very large and the harmonic representation is no longed valid, fig. 3.

$$\Pi \frac{\gamma_n}{2} C_n \omega^n X^{n+1}$$

The decrease in strain energy of the spring corresponding to a decrease in amplitude from "X" to "X+ΔX" is

$$\tfrac{1}{2} k X^2 - \tfrac{1}{2} k (X + \Delta X)^2 = - k X \Delta X$$

Equating the two expressions we obtain for the decrease in amplitude the expression

$$\Delta X = \pi \frac{\gamma_n C_n}{2 k} \omega^n X^{n+1}$$

This decrease occurs over the time interval of one half-swing, i.e.

$$\Delta t = \frac{\pi}{\omega}$$

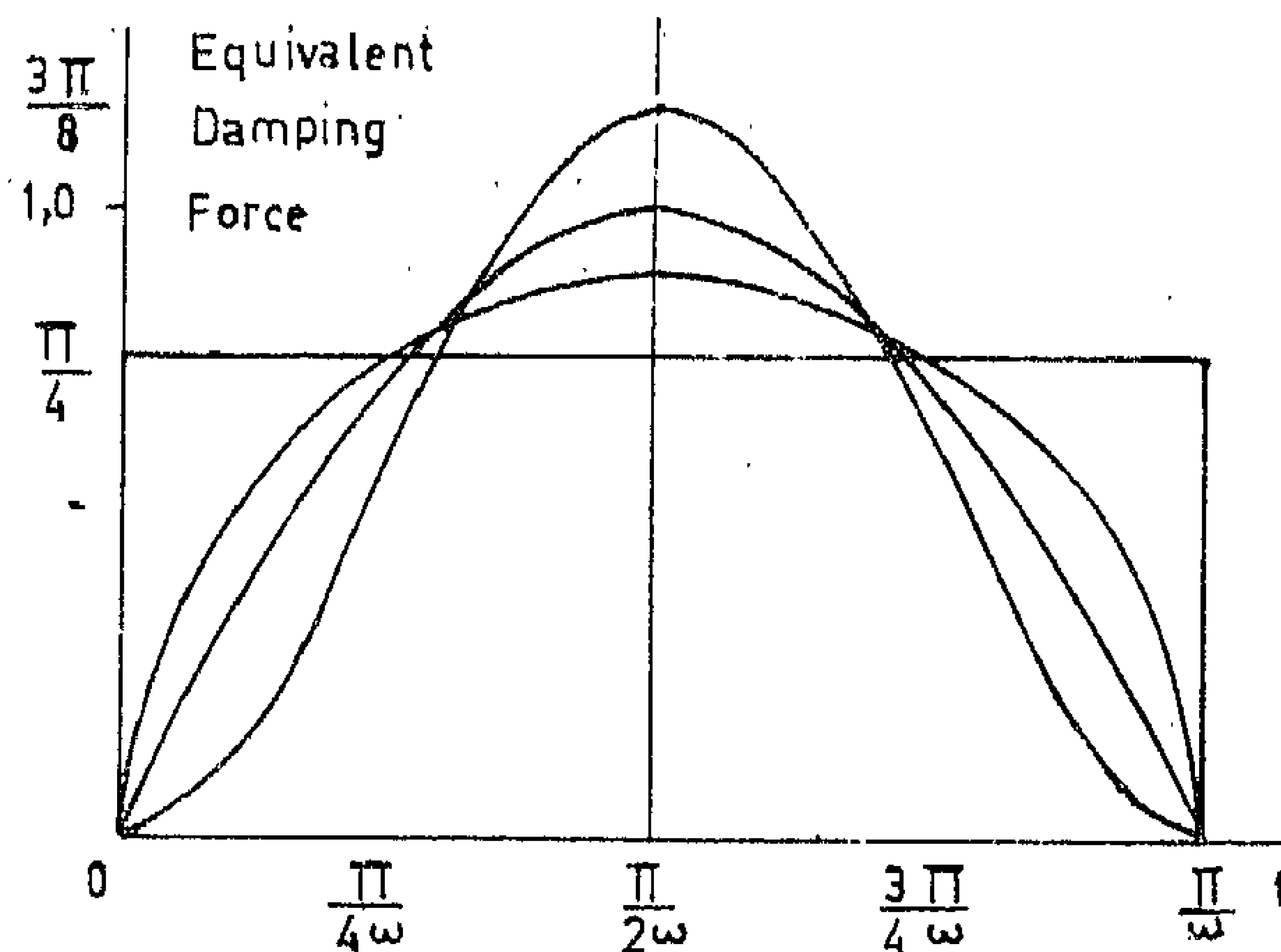


Fig (3)

3. EQUATING DECREASE IN MAXIMUM STRAIN ENERGY TO FRICTION ENERGY

Morley and Bryce proposed recently (3) an approximate solution for the transient response based on equating the energy dissipated by friction per cycle to the decrease in the maximum strain energy of the restoring element.

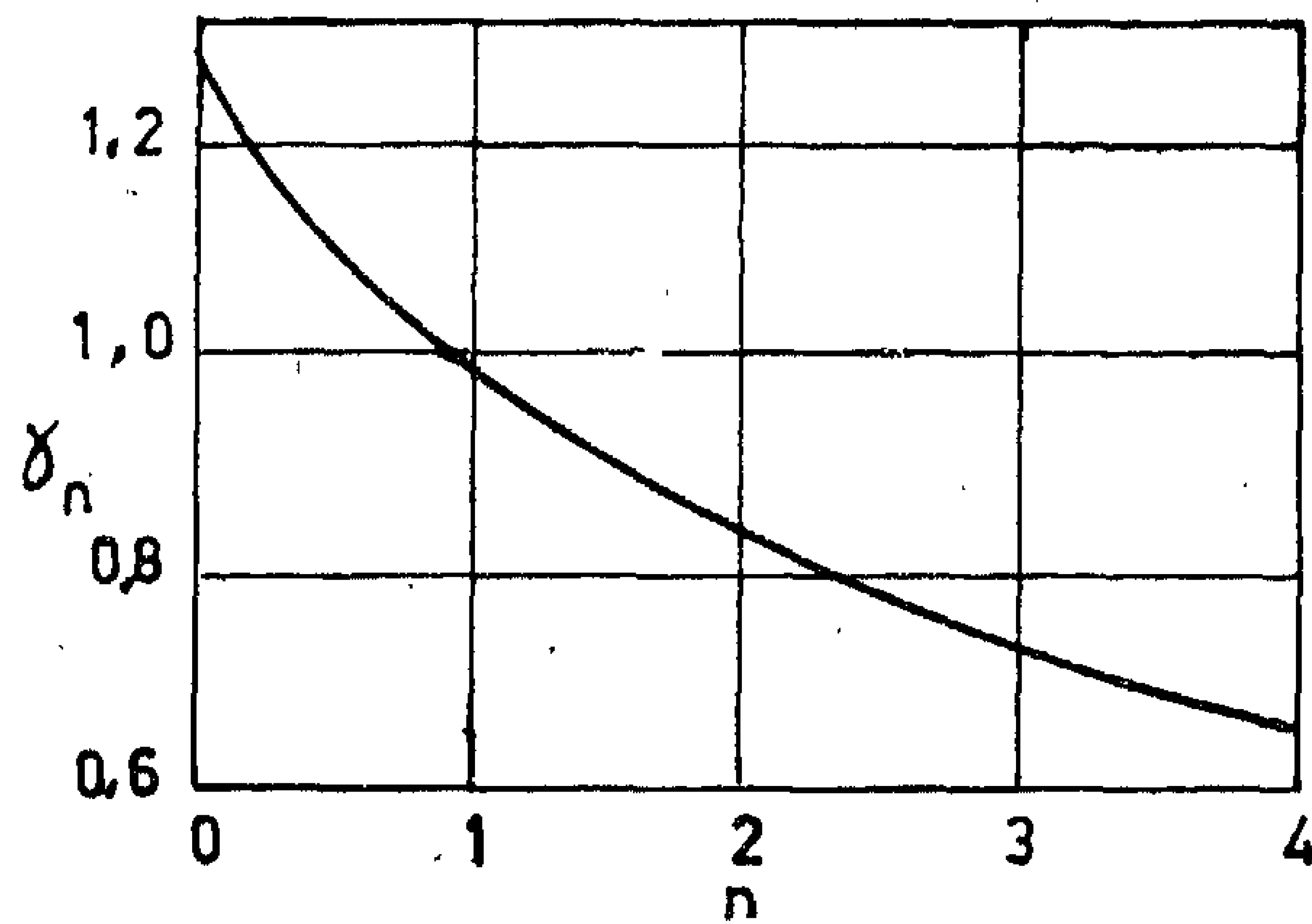
The energy dissipated by friction over one half-cycle is given by

$$\frac{\Delta t}{\Delta X} = - \frac{C_n \gamma_n \omega^{n+1}}{2 k} \delta^n$$

$$= - \zeta_n \delta^n \omega$$

($\Delta\delta/\Delta t$) may be regarded as the slope of the envelope of damped vibration. This leads to the following expression for the rate of amplitude decay with time

$$\frac{d\delta}{dt} = - \zeta_n \delta^n \omega \qquad (10)$$



(Fig. 1)

Equation (9) describes the manner in which the vibration amplitude decays with time, or the envelope of the damped vibration. This is plotted in fig. 2 for different values of "n", with $\delta = 1$ and $d\delta/dt = 1$ at $t = o$.

The curves show that the higher the value of "n", the slower the rate at which the vibration decays — a result that is physically acceptable.

The exact solution of transient oscillation is known for three cases. Viscous damping ($n = 1$) and constant friction ($n = 0$) are well-known, while the solution for velocity-squared damping ($n = 2$) was given my Milne in tabular form (2). We thus proceed to check the results given in fig. 2 with the known exact solutions.

Equation (9) is, of course, exact for the case of viscous damping ($n = 1$). It gives, however, for the case of Coulomb friction, a rate of decay that is higher tnan the straight line envelope of the exact solution. In fact, the curve for $n = \frac{1}{2}$ is the one that is almost a straight line for this range of values of amplitude ratio. The solution may thus be judged as giving, on the whole, higher rates of decay for values of $n < 1$. This may also give some insight into the reasons why this assumption gives lower amplitude ratios for the steady-state response of a system having constant friction, as reported by Jacobsen without explanation.

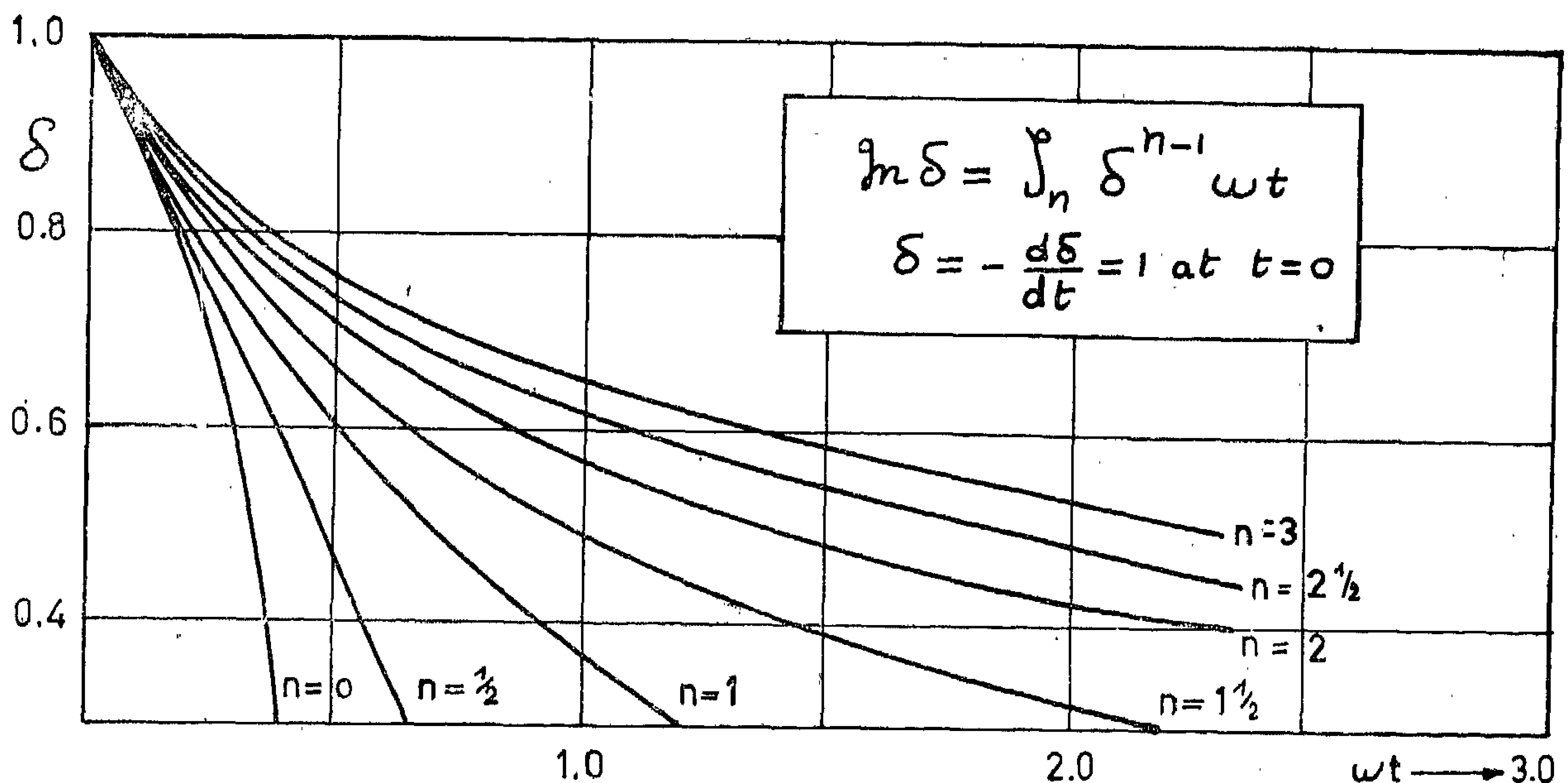


Fig (2)

In most practical problems, the damping forces are small and the harmonic character of the solution can be retained without appreciable error. However, there is, as yet, no general solution of this equation.

Dimensional analysis leads to the definition of two non-dimensional parameters, in terms of which amplitude ratios may be written, viz.

$$\delta = f\left(n, \frac{c_n X_o^{n-1}}{m\,\omega^{2-n}}\right) \qquad (1)$$

We proceed now to consider two approaches to approximate solution of this problem. One is based on the concept of the equivalent viscous damping. The other uses the decrease in strain energy of the restoring element as a measure of the energy dissipated by the damping force over half a cycle.

2. EQUIVALENT VISCOUS DAMPING

Jacobsen proposed some time ago (1) an approach leading to a definition of the steady-state amplitude ratio and phase shift based on the concept of equivalent viscous damping. This is defined as the damping force in a linear system that would dissipate the same energy per quarter cycle as the actual non-linear damping present in the system.

The equivalent damping coefficient (c_1) is thus given by

$$c_1 = c_n X^{n-1} \omega^{n-1} \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{n+1} \omega t \; d(\omega t)$$

$$= c_n \gamma_n X^{n-1} \omega^{n-1} \qquad (2)$$

where,

$$\gamma_n = \frac{4}{\pi} \int_0^{\pi} \cos^{n+1} \omega t \; d(\omega t) \qquad (3)$$

and is plotted for different values of "n" in fig. 1.

The equation of motion now becomes

$$\ddot{x} + \left(\frac{c_n}{m} \gamma_n X^{n-1} \omega^{n-1}\right)\dot{x} + \omega_n^2 x = F \sin \omega t \qquad (4)$$

The amplitude ratio is given in non-dimensional form as:

$$M^{2n} + \frac{(1-\beta^2)^2}{a_n^2 \gamma_n^2 \beta^{2n}} M^{2} - \frac{1}{a_n^2 \gamma_n^2 \beta^{2n}} = 0 \qquad (5)$$

where,

$$\beta = \frac{\omega}{\omega_n}$$

and "a_n" is a dimensionless damping coefficient of suitable form, viz.,

$$a_n = c_n \left(\frac{F\omega_n}{k}\right)^n F^{-1}$$

It is interesting to investigate the transient response obtained from this approach to the problem. The equation of motion reduces, in this case, to:—

$$\ddot{x} + \left(\frac{c_n}{m} \gamma_n X^{n-1} \omega^{n-1}\right) \dot{x} + \omega_n^2 x = 0 \qquad (6)$$

For a viscously-damped system, the ratio of successive amplitudes is given by the well-known expression,

$$\ln \frac{X_o}{X} = \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \omega t \qquad (7)$$

This simplifies, for small values of damping ratio, ($\zeta \ll 1$), to the approximate expression for logarithmic decrement of lightly-damped linear systems, viz.

$$\ln \frac{X_o}{X} = -\zeta_1 \omega t$$

where,

$$\zeta = \frac{c_1}{2\sqrt{km}} = \frac{c_1 \omega}{2k}$$

or

$$\ln \frac{X}{X_o} = -\frac{c_1 \omega^2}{2k} t \qquad (8)$$

Applying this now to the non-linear system, substituting for X/X_o by "δ", we can write,

$$\ln \delta = -\frac{c_n \gamma_n \omega^n}{2k X_o^{1-n}} \delta^{n-1} \omega t$$

$$= -\zeta_n \delta^{n-1} \omega t \qquad (9)$$

FREE VIBRATION UNDER THE INFLUENCE OF DAMPING FORCES PROPORTIONAL TO A POWER OF THE VELOCITY

by

O.A. EL-KHOLY

Professor, Faculty of Engineering, Cairo University

Two approaches to the problem of free vibration of a single degree of freedom system, having linear restoration and damping proportional to a power of the velocity, are outlined.

Solutions are obtained in the form of time histories of amplitude decay.

The results are compared — for each approach — with known exact solutions for three special cases and their merits and shortcomings discussed.

c_n	coefficient of general damping = damping force/velocity)^n.
F	amplitude of input force
k	stiffness of restoring element
m	mass of vibrating system
M	amplification ratio = X/ (F/k)
t	time
x	displacement
X	displacement amplitude
[illegible]	non-dimensional damping coefficient $= c_n \left(\frac{F\omega_n}{k} \right)^n F^{-1}$
β	input frequency ratio $= \omega/\omega_n$
γ_n	function of "n", according to eqn. (3)
δ	amplitude ratio for successive half-amplitudes
ω	frequency of input force
ω_n	natural frequency $= (k/m)^{\frac{1}{2}}$
ζ_n	damping ratio $= \frac{\gamma_n c_n \omega^n}{2k X_o^{1-n}}$

1. INTRODUCTION

The problem of vibration under the influence of a friction or damping force that is not directly proportional to the velocity is of practical importance. Most physical systems suffer a damping force that is proportional to some power of the velocity. "Coulomb" friction, whose magnitude is independent of velocity may be considered as proportional to its zero power. Aerodynamic drag is proportional to the square of the velocity. Experimental evidence indicates that structural damping is proportional to some power of the velocity which is usually greater than unity and less than "2". A general expression for the equation of motion in such cases is

$$\ddot{x} + \frac{c_n}{m} \dot{x} \, | \dot{x} |^{n-1} + \omega_n^2 x = F \sin \omega t$$

This gives a damping force of the same sign as the velocity and proportional to its n th. power.

EDITING COMMITTEE

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretarial at the address of the Egineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T.60 per annum.

Subscription for others P.T.200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,
28. Ramses Avenue, Cairo. ... Tel. 52106

ADVERTISEMENTS

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

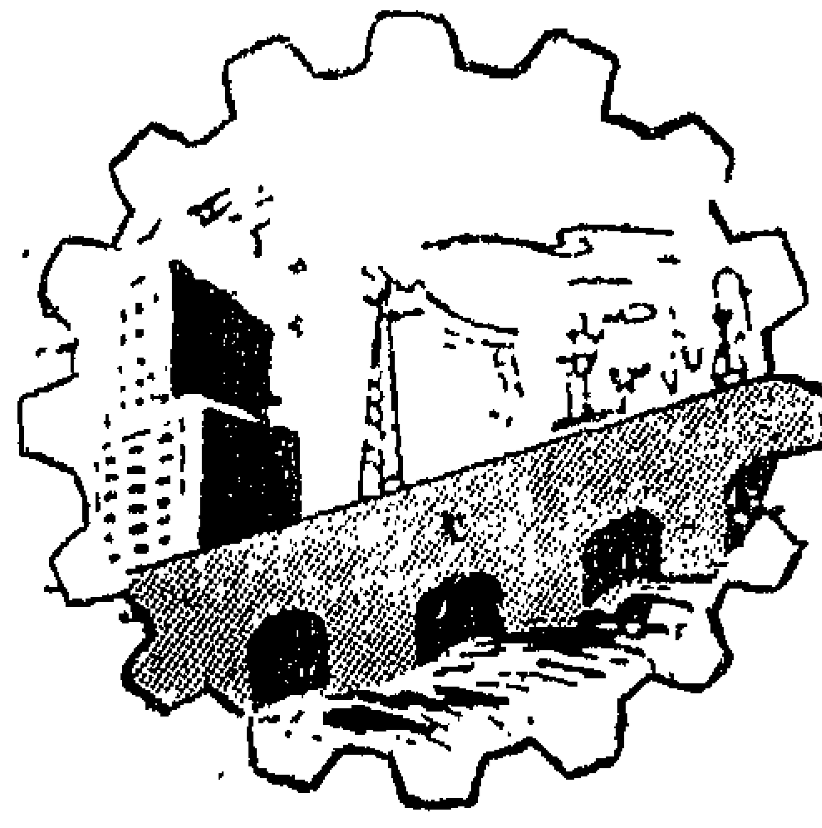
Vol, V — No. 1 — Jan. - Feb. - March 1966

CONTENTS

ENGLISH SECTION

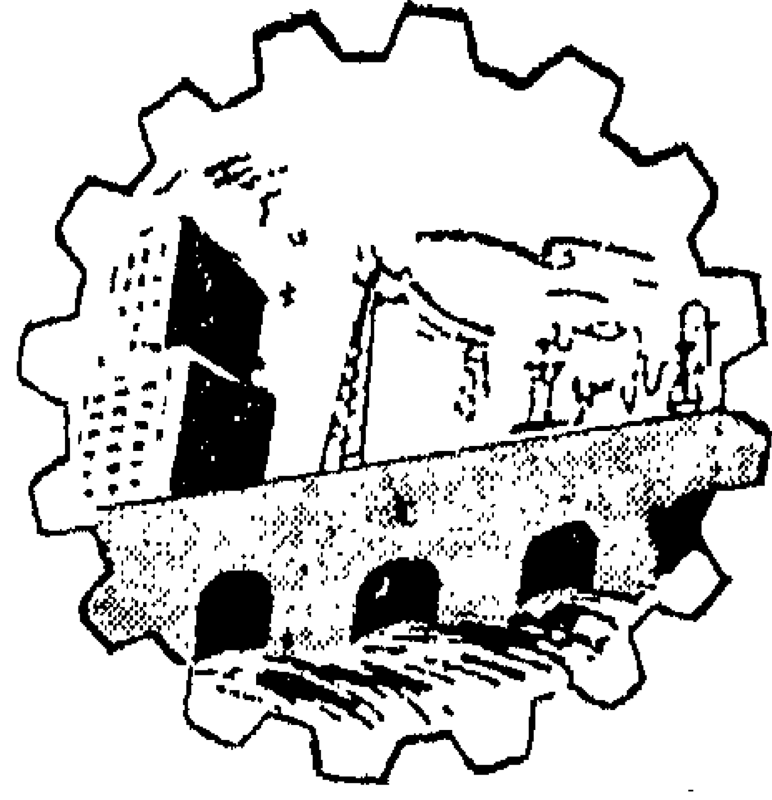
ARABIC SECTION

"Mondiale" Press—Cairo



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U.A.R.

Jan.-Feb.-March, 1966.
Vol. V
No. 1



مجلة

جمعية المهندسين

المصرية

العدد الثانى — المجلد الخامس — ابريل — مايو — يونيو ١٩٦٦

مجـــلة

جمعية المهندسين

المصرية

مجلة علمية هندسية — تصدرها كل ثلاثة شهور
جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة الخامسة — **العدد الثانى** — **ابريل – مايو – يونيو ١٩٦٦**

محتويات العدد

القسم العربى

القسم الانجليزى

بيـانات :

مقرالمجـلة :

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٢١٠٦

الاشتراكات :

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوى

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	٦٠	٣٠٠

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية . أى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر وتعبر عن رأى كاتبها فقط

لجنة التحرير

البنتونيت وأساسات المنشآت

للدكتور المهندس محمد على المصرى
والدكتور المهندس نعيم محمد السيد عبد الرحمن

مقـــدمة :

الخواص المميزة للبنتونيت تساعد عند خلطه بمستحلب من الطين على رفع درجة قابلية المحاول فى اغراض الحقن – وذلك يعمل على امكان تخلل مستحلب الحقن للتربة الناعمة معدومة النفاذية فتقل فراغاتها وتزيد مقاومتها لحركة السوائل فيها وكذلك صلابتها للاحمال الخارجية .

وباستخدام مستحلب من البنتونيت وحده يمكن تحسين التربة المعالجة به أكثر مما لو استعمل مخلوط منه ومن مواد أخرى .

ومن الناحية العامة فان خاصية التزبيت للبنتونيت – اى ارتفاع لزوجة المحلول الذى يحتويه – تساعد مستحلب الحقن على السريان خلال مسام التربة واما خاصية الانتفاخ (Swelling) وخاصية استبعاد القوى الرابطة بين الحبيبات فى المستحلب عند سكونه (Thixotropie) فهما يعملان على زيادة انعدام النفاذية التربة وكذلك زيادة مقاومتها للاحمال الخارجية .

نظرة عامة عن البنتونيت :

البنتونيت نوع من انواع الطين الذى يحتوى مكوناته اساسيا على السليكا ، ويتكون عادة من جزئيات ترتبط الذرة الثانية من السليكا فى كل جزىء بمجموعة من الهيدروكسيد وتسمى السليكا فى هذا الطين سليكا من المرتبة الثانية ورمزها الكيماوى فى هذه الحالة هو (Si OH.)

وهذا يبين أن الجزىء الواحد يحتوى على ذرات اخرى قبل وبعد هذه المجموعة من السليكا والهيدروكسيد .

والشكل البنائى لجزئيات هذا الطين يسمى «Flocculent-Structure» وعادة من حجم الكلوريد اى أن القطر المقابل لكل جزىء أقل من 0,002 مليمتر .

وهذا الطين له خاصية التبادل الأيونى – فجزئياته يرتبط بها كاتيونات من الناتريوم Na ارتباطا وثقيا عن طريق شحنات من الكهرباء الاستاتيكية ، وعندما تدخل عليها كاتيونات من البوتاسيوم K أو الكالسيوم Ca يحدث تبادل بينهما فيحل كل منها محل الآخر .

وهذا التبادل يتوقف على الشحنات الكهربائية السالبة التى تحملها جزئيات الطين وهذه الشحنات تتعادل بجذب كاتيونات عليها شحنات مخالفة وخارج الشكل البنائى لكل جزىء ولذلك يسهل التبادل الايونى المذكور .

ونتيجة هذه الخاصية قد يحدث تغيير محسوس فى مقدرة الطين على تشرب المياه ثم انتفاخه ومن ثم تأثير كبير على معالجة نفاذية ومقاومته للاحمال الخارجية وتكوين التربة أو تكوين المياه الأرضية قد يعمل على نشاط هذا التبادل الأمر الذى يجب ملاحظته فى الحياة العملية .

ومثال ذلك التجارب التى أجريت فى هذا الشأن بمعامل ميكانيكا التربة التابعة للهندسة العليا الغذر اليه فى زيوريخ بسويسرا . فأثبتت انه عند خلط نوع من الرمال يسمى «Goschenenalp sandes» بينتونيت يحتوى على كاتبونات من الناتريوم «Na-Bentonites» ذو خاصية انتفاخ عالية فيتحول على مر السنين الى بنتونيت يحتوى على كاتيونات من الكالسيوم «Ca-Bentonites» ذو خاصية انتفاخ أقل كثيرا من النوع الأول ــ ولقد ظهر ذلك جزئيا وقت عملية الخلط .

والبنتونيت يتبع عائلة الطين المسماه بالمنتولونيت «Mont morillonit» الذى وجد بكميات كثيرة فى منطقة «Mont morillon» فى جنوب فرنسا .

وسميت هذه المادة بالبنتونيت عندما اكتشف الجيولوجى الامريكى «W.C. Knight» حوالى ١٨٨٠ فى منطقته Bock-Greek District in Wyoming USA بالقرب من «For Benton» كميات هائلة من هذ المادة .

ومن الناحية العامة يعتبر البنتونيت من الطين الدسم fat clay الذى يتكون من تفكك جزئيات تراب البراكين «Volcanic ash» وحسب المصدر الماخوذ منه يوجد ابيضا او برتقاليا من صخور مرنة تشبه الكاولين ثم تطحن على درجات مختلفة من النعومة .

وتوجد هذه المادة حاليا فى الولايات المتحدة الامريكية ــ كندا ــ ايطاليا (Valdel — Foggia Apulien) المانيا ــ النمسا ــ فرنسا ــ يوغوسلافيا ــ المجر ــ اليونان ــ شمال افريقيا ... الخ .

والبنتونيت الموجود فى الأراضى الأوربية من النوع «Ca-Bentonit» ذو خاصية انتفاخ بسيطة وعن طريق التفاعلات الكيماوية بينه وبين ملح الطعام يمكن تحويله الى النوع الأخير «Na-Bentonit» ذو خاصية انتفاخ أكبر كثيرا .

ومميزات البنتونيت الخاصة بالنسبة للانتفاخ ، شراهته لتشرب المياه ، بسهولة تشكيله عند خلطه بالمياه وكذلك خاصية استبعاد القوى الرابطة بين الحبيبات فى المستحاب عند سكونه ــ تفتح مجالات أخرى لاستعماله فى صناعة أنواع مختلفة من البلاستيك فى صناعة الكاوتشوك ــ فى صناعة الورق ــ فى صناعة الصابون وغير ذلك .

نبذة عن خواص البنتونيت :

١ ــ الوزن النوعى (Specific weight)

حوالى ٢ر٩٥ طن/م٣ ويتوقف على المصدر المأخوذ منه البنتونيت .

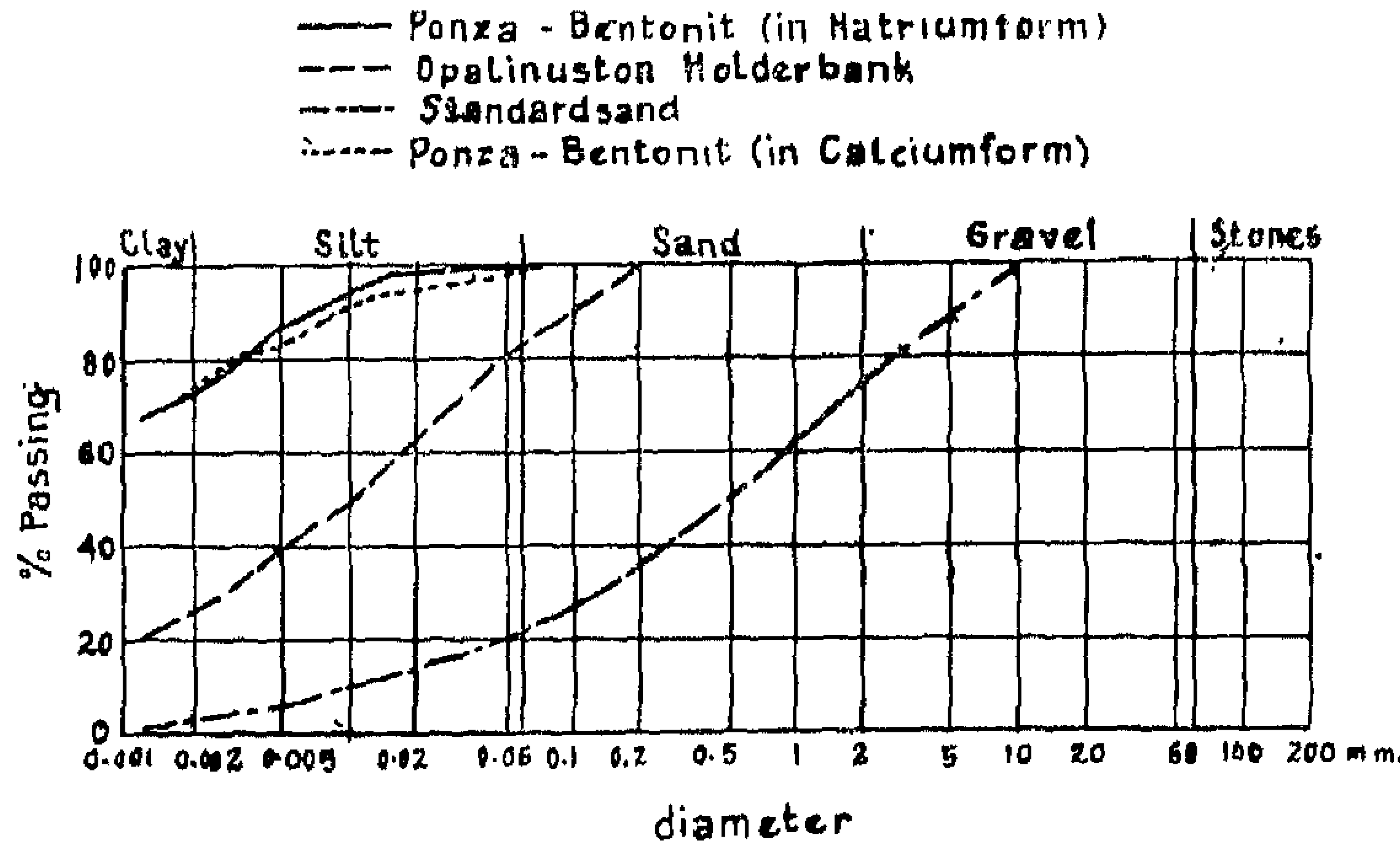
٢ ــ الوزن الحجمى الجاف (dry volume weight) حوالى ٨٣ر٠ ــ ١٣ر١ طن/م٣ ونسبة الفراغات به تتراوح بين ٦٠ ــ ٦٨ ٪ والقيم الكبرى المذكورة تمثل حالته عند وضعه فى شكاير اما الصغرى فهى تمثل حالته عند تخزينه فى صوامع .

٣ ــ التدرج الحبيبى Grain size distribution

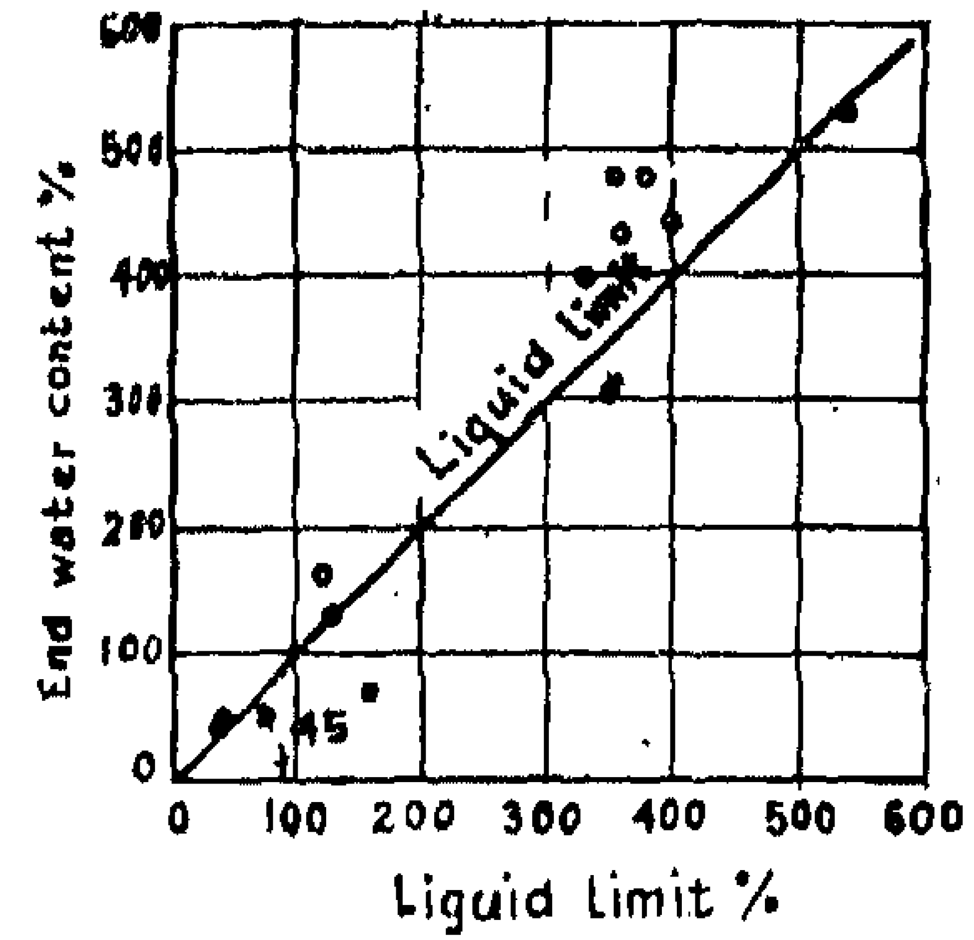
شكل (١)

من الشكل نجد أن البنتونيت يحتوى على نسبة كبيرة من الحبيبات ذات أقطار أقل من ٠٠٢ر٠ مم أى فى أحجام الكلوريد وبذلك تكبر المساحة السطحية الكلية للحبيبات وهو من أسباب شراهته للمياه . وشكل الحبيبات غير كروى بل مفلطح وطويل .

وكمية المياه الموجودة فى المادة فى حالتها الطبيعية Natural water content صغيرة نسبيا وتتراوح بين ٥ ــ الى ٢٠ ٪ ــ وهذا الغاية ظاهرة من ان الجزئيات السطحية من كل حبيبة تمتص الرطوبة من الجو فتتفتح وتكون طبقة شبه صماء يصعب خلالها سريان الرطوبة الجوية الى الداخل .



شكل (١)



شكل (٢)

٤ ـ Alter-berg limits :

لمعرفة مقـدار قابليـة انواع الطين أو الطمى للتشكيل بعد خلطها بالماء وضع «Alterberg» حدودا لذلك ـ الحد الأعلى سماه حد السـيولة Liquid limit والحـد الأدنى سـماه Plastic Limit والفرق بينهما يعتبر عن مدى تشكيل المادة وسماه Plasticity Index وفى البنتونيت نجد أن :

	Natriumbentonite	Calsiumbentonite
: Liquid limity	٣٣٠ ــ ٥٩٠ ٪	
	٩٠ ــ ١٥٠ ٪	
: Plastic limity	٢٥ ــ ٦٢ ٪	

وبمقارنة ذلك بانواع الطين من عائلتى الكاولين والاليت فنجد فيها :

: Liquid limit	٣٥ ــ ٥٠ ٪
: Plastic limit	١٥ ــ ٢٥ ٪

٥ ـ خاصية الانتفاخ Swelling

وهى قابلية المادة لزيادة حجمها وتكوين كتلة جيلاتينية عند امتصاصها المياه ومقدار انتفـاخ البنتونيت بالنسبة لحجم حبيباته كالآتى :

Natrium bentonite	very good Bentonite	من٢٥ــ٣٠مرة
	good Bentonite	١٠ــ٢٠مرة
	Normal Bentonite	١٢ــ١٥مرة

Calsiumbentonite الى ٣ مرات حجم الحبيبات حجم الحبيبـات

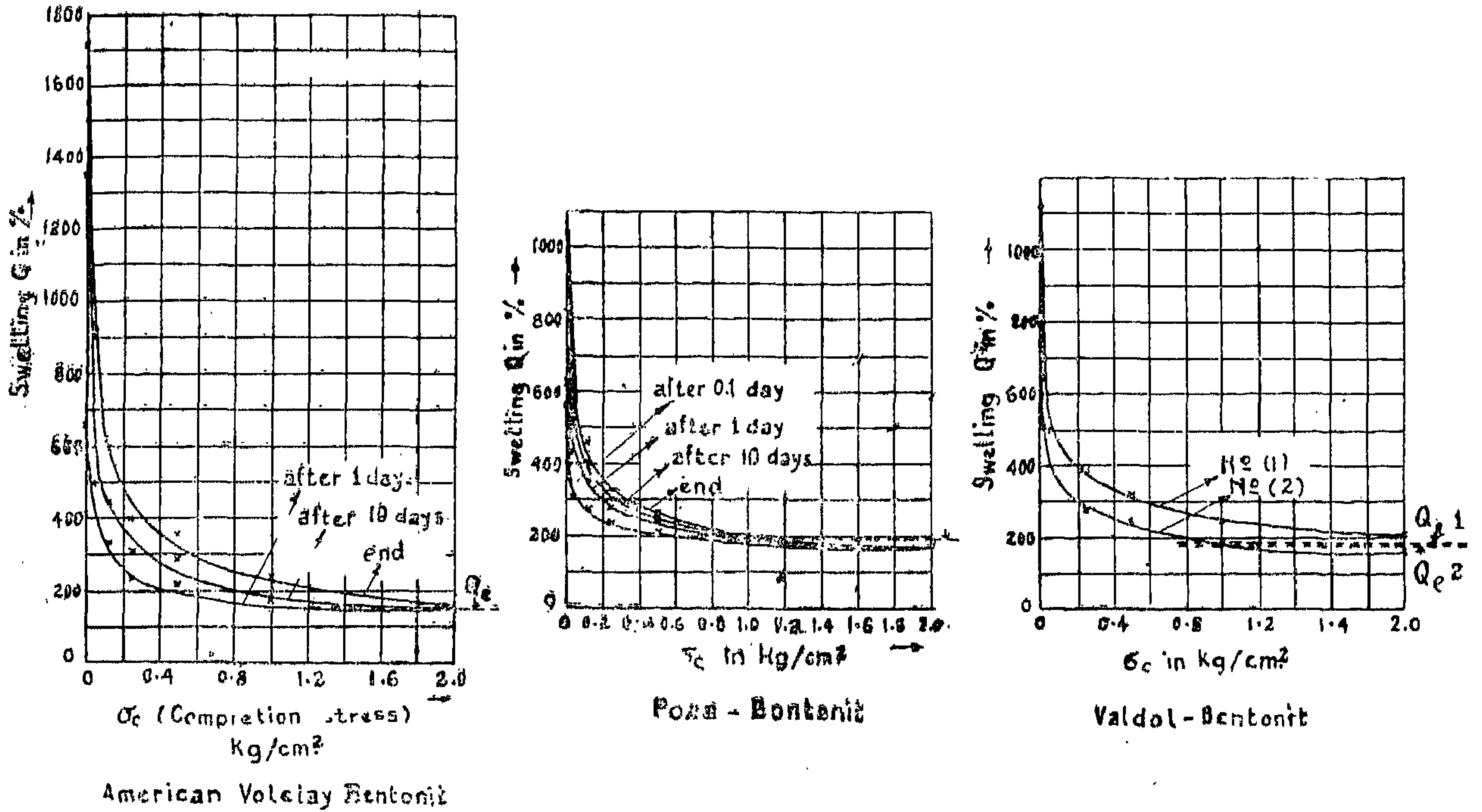
والبنتونيت يجف عند تسخينه ويقل حجمـه مرة أخرى ثم ينتفخ ثانيا اذا أضيف اليه المـاء وخاصة انتفاخ البنتونيت تتأثر كثيرا بالأحمـال الخارجية المؤثرة عليها وهو واضح فى الشكل (٢) .

والبنتونيت يتشرب الميـاه بشراهة أو تبلغ الكمية الممتصة من ١ ــ ٥ مرات حجم الحبيبات واثبتت نتائج التجارب فى شكل رقم (٣) أنها تقرب من كمية المياه التى توصل المادة الى حد السيولة ــ ومن هنا تلاحظ انه باعتبار نوع من البنتونيت ذو حد سيولة عال تتشرب المادة الكثير من المياه ويحدث لها انتفاخ كبير يساعد على سـد فراغات التربة المعالجة بها ويرفع درجة انعدام نفاذيتها ومقاومتها للاحمال الخارجية .

ومن ناحية تغيير درجة حرارة الجو فقد يقل الانتفاخ عندما تنخفض درجة الحرارة مدة طويلة ويعتمد ذلك على نوع البنتونيت .

٦ ـ خاصية الانضغاط Compressibility : ـ

حيث أن نسـبة الانضـغاط ($\triangle e$) Compressibilty number هى مقـدار انضغاط عينة التربة برفع الحمل الرأسى المؤثر عليها من ١ر٠ كج / سم٢ الى ٥ = ٧١٨ر٢ كج/سم٢ منسوبا الى الارتفاع الأصلى للعينة ــ نجد انها تبلغ فى البنتونيت الى حوالى ٦٠ ٪ وهى تتوقف



(شكل ٢)

كذلك على أنواعه المختلفة وبذلك يزيد الهبوط أى «Settlement» الى أكثر من نصف الارتفاع .

٧ – النفاذية وقوى القص

: Permeability and shear-strength

حسب قانون Darcy يقل معامل النفاذية للبنتونيت عن ١٠ – ١٠ سم/ ثانية وقوى القص به صغيرة جدا تبلغ حوالى ٠.٠١٥ كج/ سم٢ عندما تكون كمية المياه فى العينة عالية – وتصل الى ٠.٠٣ كج/ سم٢ فى حلة المياه القليلة .

٨ – استبعاد القوى الرابطة بين الحبيبات فى المستحلب عند سكونه

: Thixotropie

عندما يوضع خليط من البنتونيت والماء تحت الحركة – مثلا باستعمال خلاط ومضخة حقن – يتحرك المستحلب كأنه سائل وتقل لزوجته كلما زادت سرعة حركته أى أنه يصبح سائل غير حقيقى «Non-ideal liquid» . وعندما تتوقف الحركة – مثلا عندما تفقد كل حركة مستحلب الحقن عن طريق الاحتكاك فى فراغات التربة – يتحول المستحلب الى كتلة جيلاتينية . ويتحول ثانيا الى سائل اذا تحرك مرة أخرى وهكذا

وعند استعمال البنتونيت فى الحقن تضاف اليه مواد كيماوية معينة حتى لا يتحرك الى سائل مرة أخرى نتيجة حدوث هزات أرضية .

وبالنسبة لحركة السوائل التى لها خاصية Thixotropie فهى لا تخضع لقانون الضغط **الاستاتيكى الذى يقول بأن ضغط المياه عند اى نقطة متساوى فى جميع الاتجاهات بل يكون الضغط عند اى نقطة فى اتجاه الحركة أكبر بكثير من** الضغط العمودى عليها .

هذه الكلمة المختصرة عن البنتونيت وخواصه قد تلقى أضواء على الاستعمالات المختلفة له .

ومن الظواهر الحديثة العجيبة للبنتونيت والتى تتعلق بخاصية «Thixotropie» هى قدرة تحمل مستحلبة للقوى الجانبية عند التصاقه بجدران حفرة عميقة فى التربة فتظل جوانب الحفرة رأسية بدون انهيار بالرغم من عدم سندها بألواح خشبية أو حديدية .

وقد يفسر هذا عن طريق كبير الوزن النوعى المستحلب البنتونيت عن الوزن النوعى المياه وكذلك أيضا تكوين غشاء جيلاتينى يحيط بجوانب الحفرة ويعمل فيها على تماسك الطبقات العليا للتربة .

ملخص الموضوعات

بالقسم الانجليزى

خواص مرابط التردد الكوارتزية

للدكتور المهندس احمد لطفى السيد

تستخدم متذبذبات الكوارتز كمرابط بكثرة ، وهى أهم أنواع مرابط التردد ولا يفوقها فى الاستقرار غير المتذبذبات الذرية وهذه أيضا تحتاج الى النوع الاول فى عملها .

وفى المقال شرح ومناقشة خواص متذبذبات الكوارتز وربط هذه الخواص فيما بينها وطرق قياسها ، وكذلك بعض نتائج قياس هذه الخواص ويشتمل المقال أيضا على بعض المعادلات التى استنبطت لكى تساعد فى حساب بعض هذه الخواص

تعب الصلب المنتج محليا

للدكتور المهندس يحيى قابيل
والمهندسة فوزية حمزة

يهدف هذا البحث الى دراسة خواص الصلب الكربونى من الانتاج المحلى لبيان تأثير الاحمال المتكررة عليه ومدى مقاومته للاجهادات ذات السعات المختلفة التى تزيد وتقل قيمتها عن حد التعب وكذلك بيان مدى الضرر الناتج من هذه الاجهادات المتكررة والحدود التى يكون لها تأثير يحسن من مقاومة الصلب للتعب .

وقد شمل البحث عرض واف للنظريات التى توصل اليها الباحثون لحساب الضرر الناتج من تعريض المادة لاجهادات متكررة ذات سعة متغيرة ثم مقارنة بين هذه النظريات ومناقشتها كما أجريت بعض التجارب لبيان التأثيرات المختلفة لتغير سعة الاجهاد على الصلب الكربونى المنتج محليا وظهر أن الاجهادات المتكررة التى تكون سعتها أقل من حد التعب تؤدى الى تحسين الخواص الميكانيكية للصلب الكربونى بصفة عامة والى زيادة قيمة حد التعب بصفة خاصة كما أن زيادة سعة الاجهاد المتكرر ، والتى قيمته أقل من حد التعب ، أو زيادة عدد دورات ذلك الاجهاد لها تأثير فى تحسين خواص الصلب ورفع قيمة حد التعب .

كما أظهر هذا البحث أن الاجهادات المتكررة التى تكون سعتها أكبر من حد التعب تكون ذات تأثير مفيد للصلب اذا لم يزد عدد دورات الاجهاد عند كل قيمة من الاجهاد عن عدد معين من الدورات يسمى بالعدد الحرج بحيث اذا زاد عدد الدورات عن ذلك ينتج ضرر للمعدن لحدوث شروخ به تؤدى الى نقص قيمة خواصه الميكانيكية كما اتضح من الاختبارات أن ذلك العدد الحرج من الدورات يقل فى القيمة كلما زادت قيمة الاجهاد المتكرر .

وقد أدى ذلك الى امكان تعيين خط الضرر الذى يفصل بين عدد الدورات التى تؤدى الى تحسين الخواص الميكانيكية للمعدن (وخصوصا المقاومة للتعب) عند اجهاد معين وبين عدد الدورات التى تؤدى الى حدوث الشروخ فى المعدن والتى تسبب اضعافه .

ولقد ختم هذا البحث ببيان ان انهيار المعدن تحت تأثير الاحمال المتكررة يحدث طبقا لنظرية الاجهاد الحرج أو طبقا لنظرية الانفعال الحرج .

استخدام النموذج الأيدروليكى لوكيانوف
لتعيين حركة المياه الجوفية فى طبقتين حاملتين للمياه

للدكتور المهندس نبيل روفائيل

ان مشاكل المياه الجوفية تدرس اما رياضيا واما بطريقة النماذج أو بالاثنين معا . وانه ليوجد أنواع كثيرة للنماذج فمنها الرملية او الكهربائية أو الالكترونية أو الايدروليكية واحدى أنواع النماذج الايدروليكية هو ما يسمى بلوكيانوف . فان هذا الجهاز يستعمل فى الاتحاد السوفيتى منذ سنة ١٩٣٧ لحل مسائل حركة المياه الجوفية ذات الاتجاه الواحد ، وأخيرا أدخلت تعديلات على الجهاز بحيث يمكن بواسطته حاليا حل مسائل حركة المياه فى اتجاهين ، ومثال ذلك هو التنبؤ بمنسوب المياه الجوفية بالنسبة لتذبذبات مياه الأنهار المتصلة بها .

وفكرة هذا الجهاز هو أن يمثل حركة المياه فى الطبيعة بحركة مماثلة على الجهاز وذلك بأن يمر الماء خلال أوعية أيدروليكية وهذه الأوعية متصلة ببعضها بواسطة مقاومات أيدروليكية أيضا ، فان الأوعية الايدروليكية عبارة عن أنبوبة زجاجية مساحة مقطعها ٥ر. سم٢ وهذه الأنبوبة متصلة بأوعية اخرى ذات مقاطع مختلفة المساحة وبذلك يمكن التحكم فى مساحة المقطع المطلوب من ٥ر. سم٢ الى ٥ر٣٥ سم٢ لكل وعاء أيدروليكى .

أما من جهة المقاومات الايدروليكية فهى عبارة عن اسطوانتين كل داخل الأخرى وان الماء يمر فى الفراغ الذى بين الاسطوانتين فالاسطوانة الخارجية ثابتة والداخلية يمكن تحركها الى أعلا أو الى أسفل وذلك حسب قيمة المقاومة المطلوبة .

ولحل اى مسألة على الجهاز يجب ان يراعى المقاييس المختلفة وهى مقياس الارتفاع - مقياس التصرف - مقياس الحجم ومقياس الوقت . وكذلك يجب مراعاة العلاقات الخاصة التى تربط بين هذه المقاييس بعضها بالبعض بحيث يكون فى النهاية التمثيل للطبيعة تمثيلا صادقا على الجهاز .

ولتعيين هبوط سطح المياه فى حالة السحب بتصرف ثابت من بئر يخترق طبقة حاملة المياه يؤخذ قطاع دائرى ، وهذا القطاع يمكن تقسيمه الى قطاعات دائرية صغيرة وبذلك يمكن تمثيل كل من هذه القطاعات بوعاء أيدروليكى - أما بالنسبة لتأثير الطبقة العليا على الطبقة السفلى فيوصل كل وعاء بمقاومة أيدروليكية على التوالى بحيث قيمة كل مقاومة تمثل هذا التأثير - أما تأثير كل قطاع على القطاع المجاور له فتمثيله يكون بمقاومة أخرى تتصل بين كل وعاء والوعاء المجاور له - ثم يسحب الماء من الجهاز بمعدل يتناسب مع التصرف الطبيعى للبئر وبذلك يمكن تسجيل هبوط سطح الماء لأى وقت .

فبواسطة هذا الجهاز يمكن حل كثير من المسائل وخاصة التى يصعب حلها رياضيا ، ومثال ذلك فى حالة وجود أنهار وعوائق فى منطقة تاثير البئر .

وان الأمل كبير فى ان يحصل معهد الصحراء على هذا الجهاز .

أحجام الغازات تحت الضغوط ودرجات الحرارة العالية

للدكتور حمدى على البنبى

يقدم هذا البحث معادلة لحساب الحجم الجزيئى للغازات تحت الضغوط ودرجات الحرارة العالية . وهذه المعادلة تعطى الحجم بطريقة مباشرة وبذلك تختلف عن المعادلات السابقة التى تعطى الحجم بطريقة ضمنية ، وعلى ذلك فالمعادلة المقترحة لا تحتاج لطريقة المحاولة والخطأ فى حساب الحجم الجزيئى .

والمعادلة الجديدة تحتوى على ثمانى معاملات ثابتة لكل غاز وهذه المعاملات مذكورة فى البحث .

وعند تطبيق المعادلة على ١٣٩٣ حالة من حالات الضغط والحرارة للغازات : الميثان والايثان والبروبان والبيوثان والبنثان والنيتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والاكسيجين والهيدروجين والهواء وجد أن متوسط معامة الدقة للمعادلة هو ٩٩ ٪ .

ويمكن استخدام هذه المعادلة أيضاً فى حسابات الكثافة ومعاملات انكماش الغازات .

تكسير الهيدروكربونات المشبعة فى وجود غاز الايدروجين باستخدام عامل مساعد

١ ــ استخدام نواتج تقطير البترول الخفيفة مادة أولية لصناعة الغاز

الدكتورة المهندسة عايدة القيار

اتجهت الأنظار ــ حديثا ــ الى استخدام نواتج تقطير البترول الخفيفة لصناعة الغازات ومن أهمها الميثان المستخدم كوقود . وقد ساعد على ذلك اكتشاف استخدامات جديدة امتصت نسبة كبيرة من منتجات التقطير الثقيلة مما يترتب عليه وجود فائض من منتجات التقطير الخفيفة .

ويهدف هذا البحث الى دراسة أنسب الظروف لتكسير منتجات التقطير الخفيفة الى غازات تحتوى على نسبة عالية من الميثان ، مع تقليل نسبة نواتج التفاعل السائلة ونسبة الكربون المترسب على العامل المساعد .

وقد استخدم الهبتان العادى فى هذه الدراسة لأنه يمثل أكثر من ٤٠ ٪ من المواد البارافينية من منتجات التقطير الخفيفة .

وفى ضوء نتائج الدراسة الحالية يتبين أن درجة تكسير الهيدروكربونات فى الظروف الآتية :

ــ بارتفاع درجة الحرارة .

ــ بانخفاض الضغط .

ــ بارتفاع نسبة النيكل فى العامل المساعد المستخدم .

- بانخفاض سرعة تغذية المواد الداخلة فى التفاعل .

تصميم الكمرات ((الفيرانديل))
طبقا لنظرية اللدونة

للدكتور المهندس حسان شاكر خليل

يدرس هذا البحث تصميم الكمرات من نوع الفيرانديل باستخدام نظرية اللدونة وذلك حين تعرض هذا النوع من المنشآت لأحمال مركزه عند اتصال الأعضاء الرأسية لهذه الكمرات مع الشفة السفلى للكمرة وكذلك على الشفة السفلى فى منتصف المسافة بين الأعضاء الرأسية . هذا وقد اخذ فى الاعتبار كون الكمرات ذات شفتين علوية وسفلية متشابهتين أو كونها ذات قطاعات مختلفة . وبالاضافة الى ذلك فان الشفتين العلوية والسفلية اما أن تكونا متوازيتين أو ان تكون احداهما تعانى انكسارا او ميلا تجاه نقطة ارتكاز الكمرة بحيث تتكون من أعضاء مستقيمة تقع نقط تلاقيها على منحنى على شكل قطع مكافىء ، وبحيث تكون نسبة ارتفاع العضو الراسى عند نقطة ارتكاز الكمرة الى الارتفاع الكلى للكمرة اية قيمة طبقا لرغبة المصمم . ويحوى هذا البحث مجموعتين من المنحنيات تعطيان ، كدالة أن نسبة النحافة ، قيمة أقصى اجهادات عمودية يمكن أن تتعرض لها القطاعات المختلفة بحيث تستطيع الأعضاء الصمود للأحمال الخارجية حتى تتكون بنهاياتها مفصلات لدنة بدون خشية حدوث عدم اتزان فى الاتجاه العمودى على مستوى الكمرة .

وكما هو الحال فى جميع المنشآت التى تصمم طبقا لنظرية اللدونة ، فان بعض الصعاب التى تواجه المصمم تتلخص فى حساب زوايا الدوران عند مواضع المفصلات اللدنة . وتسهيلا لمصمم الكمرات من نوع الفيرانديل طبقا لنظرية اللدونة ، فان هذا البحث يحوى جداولا لكمرات من هذا النوع وبها زوايا الدوران عند المفصلات اللدنة لجميع احتمالات الانهيار وذلك لكمرات ذات أربعة الى ثمانية بانوهات. وفى حالة اختيار قطاع موحد لكل من الشفة العليا والشفة السفلى والأعضاء الرأسية ، بحيث تحمل نسبة ثابتة فيما بينها ، فان المعادلة المعطاه بآخر هذه الجداول تعطى الشغل الداخلى نتيجة دوران المفصلات اللدنة للحالة التى يرغب المصمم فى اختبارها .

وبذلك يمكن باستخدام الجداول المعطاة فى هذا البحث بالاضافة الى المنحنيات تصميم كمرات من نوع الفيرانديل طبقا لنظرية اللدونة وذلك باقل جهد ممكن من جانب المصمم .

هيئة قناة السويس

المؤسسة المصرية العامة للنقل البحرى



أنشئت المؤسسة العامة للنقل البحرى بمقتضى القانون رقم ١٤٦ لسنة ١٩٦١ ثم عدل اسمها بالقرار الجمهورى رقم ١٨٩٩ لسنة ١٩٦١ الى المؤسسة المصرية العامة للنقل البحرى .

وكان انشاء المؤسسة ايذانا ببدء مرحلة هامة من مراحل التطور الثورى فى مرفق من أهم مرافق الدولة الحيوية والتى أولته عناية خاصة .

وتتولى المؤسسة مسئولية الملاحة البحرية والنقل البحرى بما فى ذلك كافة الخدمات التى تؤدى الى تنمية الاقتصاد القومى فيما يختص بهذا القطاع من طريق المشروعات وتأسيس الشركات المتعلقة بشئون النقل البحرى أو المرتبطة به والاشراف على هذه الشركات وعقد الاتفاقيات مع الهيئات الملاحية فى الدول الاخرى وتنظيم غرف الملاحة .

١ ــ الشركة العربية المتحدة للملاحة البحرية .
٢ ــ الشركة العربية المتحدة لاعمال النقل البحرى .
٣ ــ الشركة العربية المتحدة لاصلاح السفن .
٤ ــ الشركة العربية المتحدة للاشغال العامة والتوريدات البحرية .
٥ ــ الشركة العربية للشحن والتفريغ (بورسعيد/ السويس) .
٦ ــ شركة اسكندرية للتوكيلات الملاحية (تحت التأسيس) .
٧ ــ شركة القناة للتوكيلات الملاحية (تحت التأسيس) .
٨ ــ شركة البوستة الخديوية (لندن) .

وتقوم المؤسسة فضلا عن الاشراف على اعمال هذه الشركات بتنسيق العمل بينها والتخطيط لمشروعاتها ورسم السياسة التى تسير عليها ومتابعة تنفيذ ما تقوم به من اعمال تمشيا مع الدفع الثورى فى مرحلة الانطلاق العظيم .

١ ــ الشركة العربية المتحدة للملاحة البحرية :

تشغيل الاسطول التجارى وقد زادت وحدات الاسطول منذ انشاء المؤسسة من ٢٧ الى ٣٨ سفينة منها ٢٠ وحدة سفن بضائع ، ١٣ وحدة سفن ركاب ، ٥ ناقلات بترول وقد قام الاسطول التجارى بواجبه الوطنى فى مساندة الاسطول الحربى عندما هبت القوات المسلحة العربية عن بكرة ابيها لنصرة ثورة اليمن التحررية المظفرة . كما قام بالمساعدة اللازمة فى نقل احتياجات الجمهورية الجزائرية الشعبية فى اعزاز وفخر كذلك قام الاسطول التجارى العربى بربط الجمهورية العربية المتحدة بالأقطار الافريقية ويساهم الاسطول العربى بدور فعال فى نقل الحجاج سنويا الى الأراضى المقدسة وتيسير كافة السبل والوسائل لهم .

٢ ــ الشركة العربية المتحدة لأعمال النقل البحرى :

أنشئت هذه الشركة فى اغسطس ١٩٦٢ وتقوم بربط وحصر الفراغات اللازمة للبضائع فى الاسطول العربى وما زاد عن حمولة الاسطول تعهد به الى سفن أجنبية وتقوم اذا لزم الأمر باستئجار السفن من البلاد الصديقة بتخفيض فى النولون حسب الاتفاقيات المبرمة فى هذا الشأن وكذلك من الدول المشتركة فى المؤتمرات الملاحية وهذه الشركة هى الجهة الوحيدة التى تتولى نقل صادرات وواردات الجمهورية العربية المتحدة ــ ولبيان التقدم الذى حققته الشركة فى مضمار النقل البحرى نورد فيما يلى حجم البضائع المنقولة خلال الثمانى سنوات الماضية :

السنة	المنقول
١٩٥٧	٢ر٥٩٠ر٠٠٠ طن
١٩٥٨	٣ر٩٧٠ر٠٠٠ «
١٩٥٩	٣ر٤٦٠ر٠٠٠ «
١٩٦٠	٣ر٣٥٠ر٠٠٠ «
١٩٦١	٦ر٢٠٠ر٠٠٠ «
١٩٦٢	٦ر٨٥٠ر٠٠٠ «
١٩٦٣	٩ر٢٠٠ر٠٠٠ «
١٩٦٤	١٣ر١٠٠ر٠٠٠ «

٣ ــ الشركة العربية المتحدة لاصلاح السفن :

وتقوم بكافة العمرات والاصلاحات اللازمة للسفن العربية والأجنبية التى ترسو فى موانينا فى الورش التابعة لها والتى هى على مستوى الورش العالمية لما لديها من امكانيات قيمة ضخمة وخبرة طويلة ، وهذه الشركة توفر للدولة عملة صعبة كثيرة كانت تضيع فى الخارج حين كانت تتم الاصلاحات والعمرات للسفن العربية بالخارج .

٤ ــ الشركة العربية المتحدة للاشغال العامة والتوريدات البحرية :

تتولى هذه الشركة توريد كل ما يلزم للسفن العربية والأجنبية التى ترسو فى موانينا وتزويدها بالمؤن والمواد التى تحتاج اليها وتقوم كذلك بعملية



Dr. AIDA EL-KAYAR

— B. Sc. Chemical Engineering, Alex. Univ-, 1956.

— M. Sc. Chemical Engineering, Alex. Univ., 1961.

— Ph. D. Chemical Engineering, Birmingham University, England, 1964.

— Lecturer, Faculty of Engineering, Alex. Univ.

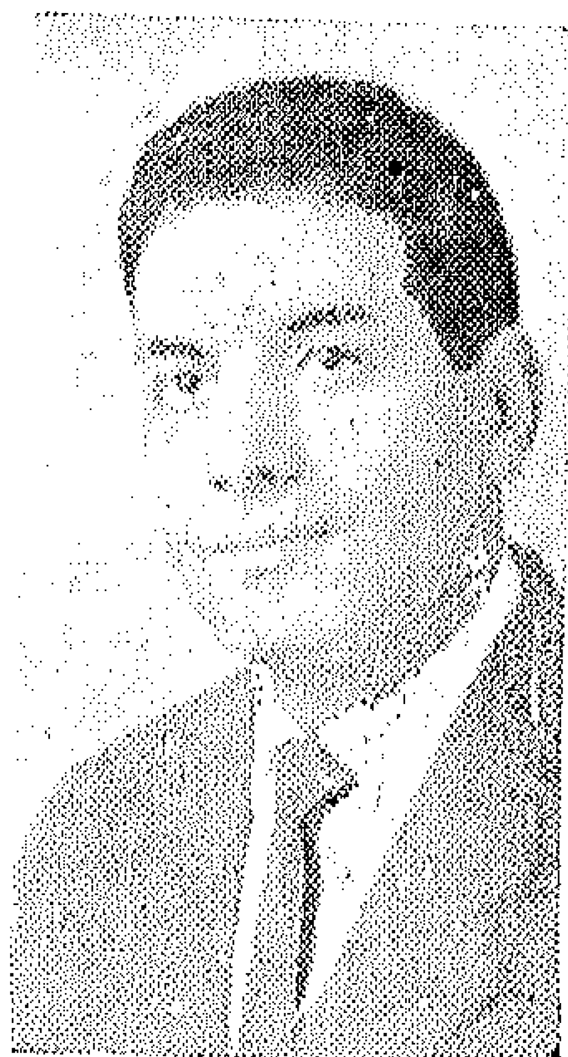


Dr. A. LOUTFY EL-SAYED :

— B., Sc. Elec. Eng., Faculty of Engineering, Cairo University, 1952.

— Dr. tech. Sc., E.T.H., Zurich, 1957.

— Department for Frequency Standards & Electronics National Institute for Standards, Cairo. ...



Dr.-Ing. NABIL ROFAIL,

— B.Sc., Civil Engineering, 1957, Ain Shams University:

— Ph.D., Ground Water Hydrology, Moscow State University, USSR.

— Research Worker, Hydrology Division, Desert Institute, Cairo.

ABOUT THE AUTHORS

8-Panel Vierendeel Truss — Appendix 5 .(Contd.)

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U C Mp , L C αMp, Vis β Mp)
17	$\phi = \frac{77-37\gamma}{9+31\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{8(7+9\gamma)}{9+31\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{2(434+572\gamma+18\gamma^2)}{135+474\gamma+31\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{217+286\gamma+9\gamma^2}{27+102\gamma+31\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{4(31+\gamma)}{9+31\gamma}\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \frac{4(7+9\gamma)}{9+31\gamma}\cdot\theta$; $\theta_8 = \frac{64(7+9\gamma)}{135+474\gamma+31\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_9 = \theta_7$	$Mp\,\theta\cdot\left[4(1+\alpha)\cdot\left(\frac{45+19\gamma}{9+31\gamma}\right) + 2\beta\left(\frac{5229+7745\gamma+1335\gamma^2+27\gamma^3}{405+1557\gamma+567\gamma^2+31\gamma^3}\right)\right]$
18	$\phi = \frac{7-3\gamma}{1+3\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{2(7-9\gamma)}{3(1+3\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{32(7+9\gamma)}{3(15+46\gamma+3\gamma^2)}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{8(-7+9\gamma)}{3(3+10\gamma+3\gamma^2)}\theta$; $\theta_4 = \frac{32}{3(1+3\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \theta_2$; $\theta_8 = \theta_1$	$\frac{2}{3}Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)\cdot\left(\frac{23+9\gamma}{1+3\gamma}\right) + 8\beta\left(\frac{189+278\gamma+45\gamma^2}{45+153\gamma+55\gamma^2+3\gamma^3}\right)\right]$
19	$\phi = \frac{3(13-5\gamma)}{11+13\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{32(3+\gamma)}{11+13\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{16(93+34\gamma+\gamma^2)}{165+206\gamma+13\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{4(31+\gamma)}{11+13\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \frac{16(3+\gamma)}{11+3\gamma}\cdot\theta$; $\theta_6 = \frac{256(3+\gamma)}{165+206\gamma+13\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_7 = \theta_5$	$2\,Mp\,\theta\cdot\left[2(1+\alpha)\cdot\left(\frac{55+9\gamma}{11+13\gamma}\right) + 8\beta\left(\frac{141+50\gamma+\gamma^2}{165+206\gamma+13\gamma^2}\right)\right]$
20	$\phi = \frac{3-\gamma}{1+\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{2(3+\gamma)}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{32(3+\gamma)}{15+16\gamma+\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{8}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \theta_2$; $\theta_6 = \theta_1$	$2\,Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)\cdot\left(\frac{7+\gamma}{1+\gamma}\right) + 32\beta\left(\frac{3+\gamma}{15+16\gamma+\gamma^2}\right)\right]$

8–Panel Vierendeel Truss — Appendix 5 (Contd.)

Mode	Mechanism	Angles of Rotation		Internal Work (U.C. : Mp , L.C. : αMp, Vls. : β Mp)
13		$\theta_1 = \frac{16}{7} \cdot \theta$ $\theta_3 = \frac{2(31+\gamma)}{7(3+\gamma)} \cdot \theta$ $\theta_5 = \frac{1}{14}(1+31\gamma^{-1}) \cdot \theta$ $\theta_7 = \theta_4$ $\theta_9 = \frac{8}{7} \cdot \theta$ $\theta_{11} = \frac{8}{7} \cdot \theta$	$\theta_2 = \frac{8(31+\gamma)}{7(15+\gamma)} \cdot \theta$ $\theta_4 = \frac{8(31+\gamma)}{7(\text{[illegible]}-9\gamma)} \cdot \theta$ $\theta_6 = \theta_5$ $\theta_8 = \theta_3$ $\theta_{10} = \frac{128}{7(15+\gamma)} \cdot \theta$	$\frac{4}{7} Mp\, \theta \cdot \left[\frac{1}{8}(1+\alpha)(33+31\gamma^{-1}) \cdot \beta\left(\frac{10809+10157\gamma+1531\gamma^2+31\gamma^3}{315+531\gamma+169\gamma^2+9\gamma^3}\right)\right]$
14		$\theta_1 = 2\theta$ $\theta_3 = \frac{8}{3+\gamma} \cdot \theta$ $\theta_5 = 2\gamma^{-1} \cdot \theta$ $\theta_7 = \theta_4$ $\theta_9 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{32}{15+\gamma} \cdot \theta$ $\theta_4 = \frac{32}{7+9\gamma} \cdot \theta$ $\theta_6 = \theta_5$ $\theta_8 = \theta_3$ $\theta_{10} = \theta_1$	$2\, Mp\, \theta \cdot \left[(1+\alpha)(1-\gamma^{-1}) + 8\beta \cdot \left(\frac{369+350\gamma+49\gamma^2}{315+531\gamma+169\gamma^2+9\gamma^3}\right)\right]$
15	$\phi = \frac{2(7-4\gamma)}{1+5\gamma} \cdot \theta$	$\theta_1 = \frac{2(7+9\gamma)}{1+5\gamma} \cdot \theta$ $\theta_3 = \frac{27+5\gamma}{1+5\gamma} \cdot \theta$ $\theta_5 = \frac{7+9\gamma}{1+5\gamma} \cdot \theta$ $\theta_7 = \theta_5$	$\theta_2 = \frac{171+332\gamma-15\gamma^2}{3+16\gamma+5\gamma^2} \cdot \theta$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_6 = \frac{2(75+149\gamma-12\gamma^2)}{3+16\gamma+5\gamma^2} \cdot \theta$	$Mp\, \theta \cdot \left[(1+\alpha) \cdot \left(\frac{41+23\gamma}{1+5\gamma}\right) + 3\beta \cdot \left(\frac{107+210\gamma-13\gamma^2}{3+16\gamma+5\gamma^2}\right)\right]$
16	$\phi = \frac{35-19\gamma}{3+13\gamma} \cdot \theta$	$\theta_1 = \frac{4(7+9\gamma)}{3+13\gamma} \cdot \theta$ $\theta_3 = \frac{4(15+\gamma)}{3+13\gamma} \cdot \theta$ $\theta_5 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{135+215\gamma+18\gamma^2}{2(9+42\gamma+13\gamma^2)} \cdot \theta$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_6 = \theta_1$	$Mp\, \theta \cdot \left[8(1+\alpha) \cdot \left(\frac{11+5\gamma}{3+13\gamma}\right) + \beta\left(\frac{135+215\gamma+18\gamma^2}{9+42\gamma+13\gamma^2}\right)\right]$

8-Panel Vierendeel Truss — Appendix 5 (Contd.)

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C Mp, L.C αMp, Vls β Mp)
8	$\phi = \frac{5-\gamma}{3+\gamma}\,\theta$	$\theta_1 = \frac{2(15+\gamma)}{3+\gamma}\,\theta$ $\theta_2 = \frac{32}{3+\gamma}\cdot\theta$ $\theta_3 = \theta_2$ $\theta_4 = \theta_1$	$2\,Mp\,\theta \quad (1+\alpha)(\frac{31+\gamma}{3+\gamma})$
9		$\theta_1 = \frac{16}{3}\,\theta$ $\theta_2 = \frac{8(19+13\gamma)}{3(9+7\gamma)}\,\theta$ $\theta_3 = \frac{1}{6}(13+19\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_5 = \frac{8}{3}\cdot\theta$ $\theta_6 = \frac{32(3+\gamma)}{3(7+9\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_7 = \frac{8}{3}\cdot\theta$	$\frac{8}{3}\,Mp\,\theta\left[\frac{1}{16}(1+\alpha)(45+19\gamma^{-1}) + \beta(\frac{31+17\gamma}{7+9\gamma})\right]$
10		$\theta_1 = 4\,\theta$ $\theta_2 = \frac{16(3+\gamma)}{7+9\gamma}\,\theta$ $\theta_3 = (1+3\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_5 = \theta_2$ $\theta_6 = \theta_1$	$4\,Mp\,\theta\cdot\left[\frac{1}{4}(1+\alpha)(5+3\gamma^{-1}) + 8\beta(\frac{3+\gamma}{7+9\gamma})\right]$
11		$\theta_1 = \frac{16}{5}\cdot\theta$ $\theta_2 = \frac{2(27+5\gamma)}{5(3+\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_3 = \frac{8(27+5\gamma)}{5(7+9\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_4 = \frac{1}{10}(5+27\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_5 = \theta_4$ $\theta_6 = \theta_3$ $\theta_7 = \frac{8}{5}\cdot\theta$ $\theta_8 = \frac{2(15+\gamma)}{5(3+\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_9 = \frac{8}{5}\cdot\theta$	$\frac{8}{5}\,Mp\,\theta\cdot\left[\frac{1}{16}(1+\alpha)(37+27\gamma^{-1}) + \beta\,\frac{471+378\gamma+47\gamma^2}{2(21+34\gamma+9\gamma^2)}\right]$
12		$\theta_1 = \frac{8}{3}\cdot\theta$ $\theta_2 = \frac{2(15+\gamma)}{3(3+\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_3 = \frac{8(15+\gamma)}{3(7+9\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_4 = \frac{1}{6}(1+15\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_5 = \theta_4$ $\theta_6 = \theta_3$ $\theta_7 = \theta_2$ $\theta_8 = \theta_1$	$\frac{4}{3}\,Mp\,\theta\cdot\left[\frac{1}{8}(1+\alpha)(17+15\gamma^{-1}) + \beta(\frac{285+214\gamma+13\gamma^2}{21+34\gamma+9\gamma^2})\right]$

8—Panel Vierendeel Truss — Appendix 5

Mode	Mechanism	Angles of Rotation		Internal Work (U.C. : Mp , L.C. : αMp, Vls. : β Mp)
1		$\theta_1 = 16\,\theta$ $\theta_3 = \frac{1}{2}(9+7\gamma^{-1})\cdot\theta$	$\theta_2 = \frac{1}{2}(25+7\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_4 = 8\,\theta$	$\frac{1}{2}\,Mp\,\theta\cdot\left[(25+7\gamma^{-1}) + \alpha(57+7\gamma^{-1})\right]$
2		$\theta_1 = 8\,\theta$ $\theta_3 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{1}{2}(9+7\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_1$	$\frac{1}{2}\,Mp\,\theta\cdot(1+\alpha)\cdot(25+7\gamma^{-1})$
3	$\phi = \frac{21-13\gamma}{1+7\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{8(7+9\gamma)}{1+7\gamma}\cdot\theta$ $\theta_3 = \frac{16(3+\gamma)}{1+7\gamma}\cdot\theta$	$\theta_2 = \frac{4(19+13\gamma)}{1+7\gamma}\cdot\theta$ $\theta_4 = \frac{4(7+9\gamma)}{1+7\gamma}\cdot\theta$	$4\,Mp\,\theta\cdot\left[\left(\frac{19+13\gamma}{1+7\gamma}\right) + \alpha\left(\frac{33+31\gamma}{1+7\gamma}\right)\right]$
4	$\phi = \frac{21-13\gamma}{1+7\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{4(7+9\gamma)}{1+7\gamma}\cdot\theta$ $\theta_3 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{16(3+6\gamma)}{1+7\gamma}\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_1$	$4\,Mp\,\theta\cdot(1+\alpha)\left(\frac{19+13\gamma}{1+7\gamma}\right)$
5	$\phi = \frac{15-7\gamma}{9-\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{8(21-5\gamma)}{9-\gamma}\cdot\theta$ $\theta_3 = \frac{2(45-13\gamma)}{9-\gamma}\cdot\theta$	$\theta_2 = \frac{2(87-23\gamma)}{9-\gamma}\cdot\theta$ $\theta_4 = \frac{4(21-5\gamma)}{9-\gamma}\cdot\theta$	$2\,Mp\,\theta\cdot\left[\left(\frac{87-23\gamma}{9-\gamma}\right) + \alpha\left(\frac{171+43\gamma}{9-\gamma}\right)\right]$
6	$\phi = \frac{15-7\gamma}{9-\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{4(21-5\gamma)}{9-\gamma}\cdot\theta$ $\theta_3 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{2(45-13\gamma)}{9-\gamma}\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_1$	$2\,Mp\,\theta\cdot(1+\alpha)\left(\frac{87-23\gamma}{9-\gamma}\right)$
7	$\phi = \frac{5-\gamma}{3+\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{4(15+\gamma)}{3+\gamma}\cdot\theta$ $\theta_3 = \frac{32}{3+\gamma}\cdot\theta$	$\theta_2 = \frac{2(31+\gamma)}{3+\gamma}\cdot\theta$ $\theta_4 = \frac{2(15+\gamma)}{3+\gamma}\cdot\theta$	$2\,Mp\,\theta\cdot\left[\left(\frac{31+\gamma}{3+\gamma}\right) \; \alpha\left(\frac{61+3\gamma}{3+\gamma}\right)\right]$

7—Panel Vierendeel Truss **Appendix 4 (Contd.)**

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C Mp, L.C αMp, Vls. β Mp)
17	$\phi = \frac{73-28\gamma}{17+28\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{14(5+4\gamma)}{17+28\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \theta_1$; $\theta_3 = \frac{126(5+4\gamma)}{136+241\gamma+28\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{126}{17+28\gamma}\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \frac{7(5+4\gamma)}{17+28\gamma}\cdot\theta$; $\theta_8 = \theta_7$; $\theta_9 = \theta_7$	$7\,Mp\,\theta\cdot\left[4(1+\alpha)\cdot(\frac{7+2\gamma}{17+28\gamma}) + 3\beta(\frac{100+85\gamma+4\gamma^2}{136+241\gamma+28\gamma^2})\right]$
18	$\phi = \frac{3(13-4\gamma)}{11+16\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{7(5+4\gamma)}{11+16\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \theta_1$; $\theta_3 = \frac{63(5+4\gamma)}{88+139\gamma+16\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{63}{11+16\gamma}\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \theta_1$; $\theta_8 = \theta_1$	$14\,Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)\cdot(\frac{7+2\gamma}{11+16\gamma}) + \beta(\frac{85+73\gamma+4\gamma^2}{88+139\gamma+16\gamma^2})\right]$
19	$\phi = \frac{34-7\gamma}{20+7\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{14(8+\gamma)}{20+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \theta_1$; $\theta_3 = \frac{126}{20+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \frac{7(8+\gamma)}{20+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_6 = \theta_5$; $\theta_7 = \theta_5$	$7\,Mp\,\theta\cdot\left[2(1+\alpha)\cdot(\frac{17+\gamma}{20+7\gamma}) + 3\beta(\frac{8+\gamma}{20+7\gamma})\right]$
20	$\phi = \frac{3(7-\gamma)}{2(7+2\gamma)}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{7(8+\gamma)}{2(7+2\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_2 = \theta_1$; $\theta_3 = \frac{63}{2(7+2\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \theta_1$; $\theta_6 = \theta_1$	$\frac{7}{2}\,Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)\cdot(\frac{17+\gamma}{7+2\gamma}) + 2\beta(\frac{8+\gamma}{7+2\gamma})\right]$

7—Panel Vierendeel Truss — Appendix 4 (Contd.)

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C. : Mp, L.C. : αMp, Vls. : β Mp)
13		$\theta_1 = 2\theta$, $\theta_2 = 2\theta$, $\theta_3 = \frac{18}{8+\gamma}\cdot\theta$, $\theta_4 = \frac{18}{5+4\gamma}\cdot\theta$, $\theta_5 = 2\gamma^{-1}\,\theta$, $\theta_6 = \theta_5$, $\theta_7 = \theta_4$, $\theta_8 = \theta_3$, $\theta_9 = \theta$, $\theta_{10} = \theta$, $\theta_{11} = \theta$	$Mp\,\theta\cdot\left[2(1+\alpha)\cdot(1+\gamma^{-1}) + 3\beta\left(\frac{196+97\gamma+4\gamma^2}{40+37\gamma+4\gamma^2}\right)\right]$
14		$\theta_1 = \frac{7}{4}\cdot\theta$, $\theta_2 = \frac{7}{4}\cdot\theta$, $\theta_3 = \frac{63}{4(8+\gamma)}\cdot\theta$, $\theta_4 = \frac{63}{4(5+4\gamma)}\cdot\theta$, $\theta_5 = \frac{7}{4}\gamma^{-1}\,\theta$, $\theta_6 = \theta_5$, $\theta_7 = \theta_4$, $\theta_8 = \theta_3$, $\theta_9 = \theta_2$, $\theta_{10} = \theta_1$	$\frac{7}{4}Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)\cdot(1+\gamma^{-1}) + 2\beta\left(\frac{157+82\gamma+4\gamma^2}{40+37\gamma+4\gamma^2}\right)\right]$
15	$\phi = \frac{3(19-10\gamma)}{8+19\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{14(5+4\gamma)}{8+19\gamma}\cdot\theta$, $\theta_2 = \frac{7(85+73\gamma+4\gamma^2)}{64+160\gamma+19\gamma^2}\cdot\theta$, $\theta_3 = \frac{7(17+\gamma)}{8+19\gamma}\cdot\theta$, $\theta_4 = \theta_3$, $\theta_5 = \frac{7(5+4)}{8+19\gamma}\cdot\theta$, $\theta_6 = \frac{63(5+4\gamma)}{64+160\gamma+19\gamma^2}\cdot\theta$, $\theta_7 = \theta_5$	$7\,Mp\,\theta\cdot\left[9(1+\alpha)\cdot\left(\frac{3+\gamma}{8+19\gamma}\right) + \beta\left(\frac{130+109\gamma+4\gamma^2}{64+160\gamma+19\gamma^2}\right)\right]$
16	$\phi = \frac{17-8\gamma}{3(1+2\gamma)}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{7(5+4\gamma)}{6(1+2\gamma)}\cdot\theta$, $\theta_2 = \frac{21(5+4\gamma)}{2(8+17\gamma+2\gamma^2)}\cdot\theta$, $\theta_3 = \frac{21}{2(1+2\gamma)}\cdot\theta$, $\theta_4 = \theta_3$, $\theta_5 = \theta_2$, $\theta_6 = \theta_1$	$\frac{7}{3}Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)\cdot\left(\frac{7+2\gamma}{1+2\gamma}\right) + 9\beta\left(\frac{5+4\gamma}{8+17\gamma+2\gamma^2}\right)\right]$

7—Panel Vierendeel Truss — Appendix 4 (Contd.)

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C. : Mp, L.C. : αMp, Vls : β Mp)
8	$\phi = \theta$	$\theta_1 = 7\theta$; $\theta_2 = \theta_1'$; $\theta_3 = \theta_1$; $\theta_4 = \theta_1'$	$14 M_p \theta \quad (1+\alpha)$
9		$\theta_1 = \frac{14}{3}\theta$; $\theta_2 = \frac{7(13+5\gamma)}{3(5+4\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{7}{27}(5+13\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \frac{7}{3}\theta$; $\theta_6 = \frac{7(8+\gamma)}{3(5+4\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_7 = \frac{7}{3}\theta$	$\frac{7}{3} M_p \theta \cdot \left[\frac{1}{9}(1+\alpha)\cdot(23+13\gamma^{-1}) + 3\beta\left(\frac{7+2\gamma}{5+4\gamma}\right)\right]$
10		$\theta_1 = \frac{7}{2}\theta$; $\theta_2 = \frac{7(8+\gamma)}{2(5+4\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{7}{18}(1+8\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \theta_2$; $\theta_6 = \theta_1$	$7 M_p \theta \cdot \left[\frac{1}{9}(1+\alpha)\cdot(5+4\gamma^{-1}) + \beta\left(\frac{8+\gamma}{5+4\gamma}\right)\right]$
11		$\theta_1 = \frac{14}{5}\theta$; $\theta_2 = \frac{7(17+\gamma)}{5(8+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{7(17+\gamma)}{5(5+4\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{7}{45}(1+17\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \frac{7}{5}\theta$; $\theta_8 = \frac{63}{5(8+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_9 = \theta_7$	$\frac{7}{5} M_p \theta \cdot \left[\frac{1}{9}(1+\alpha)\cdot(19+17\gamma^{-1}) + 3\beta\left(\frac{134+53\gamma-4\gamma^2}{40+37\gamma+4\gamma^2}\right)\right]$
12		$\theta_1 = \frac{7}{3}\theta$; $\theta_2 = \frac{21}{8+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{21}{5+4\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{7}{3}\gamma^{-1}\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \theta_2$; $\theta_8 = \theta_1$	$\frac{7}{3} M_p \theta \cdot \left[(1+\alpha)\cdot(1+\gamma^{-1}) + 18\beta\left(\frac{13+5\gamma}{40+37\gamma+4\gamma^2}\right)\right]$

7—Panel Vierendeel Truss — Appendix 4

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C. : Mp, L.C. : αMp, Vls. : β Mp)
1		$\theta_1 = 14\,\theta$; $\theta_2 = \frac{7}{9}(13+5\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{7}{9}(4+5\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = 7\,\theta$	$\frac{7}{9}M_p\,\theta\cdot\left[(13+5\gamma^{-1})+\alpha(31+5\gamma^{-1})\right]$
2		$\theta_1 = 7\,\theta$; $\theta_2 = \frac{7}{9}(4+5\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$	$\frac{7}{9}M_p\,\theta\cdot(1+\alpha)\cdot(13+5\gamma^{-1})$
3	$\phi = \frac{23-14\gamma}{2+7\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{14(5+4\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{7(13+5\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{2(8+\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{7(5+4\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$	$7\,M_p\,\theta\cdot\left[\left(\frac{13+5\gamma}{2+7\gamma}\right)+\alpha\left(\frac{23+13\gamma}{2+7\gamma}\right)\right]$
4	$\phi = \frac{23-14\gamma}{2+7\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{7(5+4\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{7(8+\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$	$7\,M_p\,\theta\cdot(1+\alpha)\cdot\left(\frac{13+5\gamma}{2+7\gamma}\right)$
5	$\phi = \frac{13-4\gamma}{3(2+\gamma)}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{14(8+\gamma)}{3(2+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{7(17+\gamma)}{3(2+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{21}{2+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{7(8+\gamma)}{3(2+\gamma)}\cdot\theta$	$\frac{7}{3}M_p\,\theta\cdot\left[\left(\frac{17+\gamma}{2+\gamma}\right)+3\alpha\left(\frac{11+\gamma}{2+\gamma}\right)\right]$
6	$\phi = \frac{13-4\gamma}{3(2+\gamma)}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{7(8+\gamma)}{3(2+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{21}{2+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$	$\frac{7}{3}M_p\,\theta\cdot(1+\alpha)\cdot\left(\frac{17+\gamma}{2+\gamma}\right)$
7	$\phi = \bar{\theta}$	$\theta_1 = 14\,\theta$; $\theta_2 = \theta_1$; $\theta_3 = 7\,\theta$; $\theta_4 = \theta_3$	$14\,M_p\,\theta\cdot(1+2\alpha)$

6—Panel Vierendeel Truss — **Appendix 3** (Contd.)

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C. : Mp, L.C. : αMp, V.s. : β Mp)
8		$\theta_1 = 3\theta$; $\theta_2 = \frac{3(8+\gamma)}{5+4\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{1}{3}(1+8\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \theta_2$; $\theta_6 = \theta_1$	$6\,Mp\,\theta\cdot\left[\frac{1}{9}(1-\alpha)(5+4\gamma^{-1}) + \beta\left(\frac{8+\gamma}{5+4\gamma}\right)\right]$
9		$\theta_1 = \frac{12}{5}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{6(17+\gamma)}{5(8+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{6(17+\gamma)}{5(5+4\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{2}{15}(1+17\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \frac{6}{5}\cdot\theta$; $\theta_8 = \frac{54}{5(8+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_9 = \frac{6}{5}\cdot\theta$	$\frac{6}{5}Mp\,\theta\cdot\left[\frac{1}{9}(1+\alpha)(19+17\gamma^{-1}) + 3\beta\left(\frac{134+53\gamma+2\gamma^2}{40+37\gamma+4\gamma^2}\right)\right]$
10		$\theta_1 = 2\theta$; $\theta_2 = \frac{18}{8+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{18}{5+4\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = 2\gamma^{-1}\cdot\theta$; $\theta_5 = \theta_4$; $\theta_6 = \theta_3$; $\theta_7 = \theta_2$; $\theta_8 = \theta_1$	$2\,Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)(1+\gamma^{-1}) + 18\beta\left(\frac{13+5\gamma}{40+37\gamma+4\gamma^2}\right)\right]$
11	$\phi = \frac{50-23\gamma}{8+19\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{12(5+4\gamma)}{8+19\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{6(85+73\gamma+4\gamma^2)}{64+160\gamma+19\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{6(17+\gamma)}{8+19\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \frac{6(5+4\gamma)}{8+19\gamma}\cdot\theta$; $\theta_6 = \frac{54(5+4\gamma)}{64+160\gamma+19\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_7 = \theta_5$	$6\,Mp\,\theta\cdot\left[9(1+\alpha)\left(\frac{3+\gamma}{8+19\gamma}\right) + \beta\left(\frac{130+109\gamma+4\gamma^2}{64+160\gamma+19\gamma^2}\right)\right]$
12	$\phi = \frac{5-2\gamma}{1+2\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{5+4\gamma}{1+2\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{9(5+4\gamma)}{8+17\gamma+2\gamma^2}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{9}{1+2\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \theta_2$; $\theta_6 = \theta_1$	$2\,Mp\,\theta\cdot\left[(1+\alpha)\left(\frac{7+2\gamma}{1+2\gamma}\right) + 9\beta\left(\frac{5+4\gamma}{8+17\gamma+2\gamma^2}\right)\right]$

6 – Panel Vierendeel Truss — Appendix 3

Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C Mp, L.C. αMp, Vls. β Mp)
1		$\theta_1 = 12\,\theta$; $\theta_2 = \frac{2}{3}(13+5\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{2}{3}(4+5\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = 6\,\theta$	$\frac{2}{3}M_p\,\theta\cdot\left[(13+5\gamma^{-1}) + \alpha(31+5\gamma^{-1})\right]$
2		$\theta_1 = 6\,\theta$; $\theta_2 = \frac{2}{3}(4+5\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$	$\frac{2}{3}M_p\,\theta\cdot(1+\alpha)\cdot(13+5\gamma^{-1})$
3	$\phi = \frac{20-11\gamma}{2+7\gamma}\,\theta$	$\theta_1 = \frac{12(5+4\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{6(13+5\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{6(8+\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{6(5+4\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$	$6\,M_p\,\theta\cdot\left[\left(\frac{13+5\gamma}{2+7\gamma}\right) + \alpha\left(\frac{23+13\gamma}{2+7\gamma}\right)\right]$
4	$\phi = \frac{20-11\gamma}{2+7\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{6(5+4\gamma)}{2+7\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{6(8+\gamma)}{2+7\gamma}\,\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$	$6\,M_p\,\theta\cdot(1+\alpha)\cdot\left(\frac{13+5\gamma}{2+7\gamma}\right)$
5	$\phi = \frac{4-\gamma}{2+\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{4(8+\gamma)}{2+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{2(17+\gamma)}{2+\gamma}\,\theta$; $\theta_3 = \frac{18}{2+\gamma}\,\theta$; $\theta_4 = \frac{2(8+\gamma)}{2+\gamma}\cdot\theta$	$2\,M_p\,\theta\cdot\left[\left(\frac{17+\gamma}{2+\gamma}\right) + 3\alpha\left(\frac{11+\gamma}{2+\gamma}\right)\right]$
6	$\phi = \frac{4-\gamma}{2+\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{2(8+\gamma)}{2+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{18}{2+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$	$2\,M_p\,\theta\cdot(1+\alpha)\cdot\left(\frac{17+\gamma}{2+\gamma}\right)$
7		$\theta_1 = 4\,\theta$; $\theta_2 = \frac{2(13+5\gamma)}{5+4\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{2}{9}(5+13\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = 2\theta$; $\theta_6 = \frac{2(8+\gamma)}{5+4\gamma}\cdot\theta$; $\theta_7 = 2\theta$	$2\,M_p\,\theta\cdot\left[\frac{1}{9}(1+\alpha)(23+13\gamma^{-1}) + 3\beta\left(\frac{7+2\gamma}{5+4\gamma}\right)\right]$

5 – Panel Vierendeel Truss — **Appendix 2** (Contd.)

Mode	Mechanism	Angles of Rotation		Internal Work (U.C. : Mp, L.C. : $\propto$Mp, Vis. : β Mp)
8		$\theta_1 = \frac{5}{2} \cdot \theta$ $\theta_3 = \frac{5}{2} \gamma^{-1} \cdot \theta$ $\theta_5 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{10}{3+\gamma} \cdot \theta$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_6 = \theta_1$	$\frac{5}{2} Mp\, \theta . \left[(1+\propto) \cdot (1+\gamma^{-1}) + \beta \left(\frac{8}{3+\gamma}\right) \right]$
9		$\theta_1 = 2\theta$ $\theta_3 = \frac{8}{3+\gamma} \cdot \theta$ $\theta_5 = \theta_4$ $\theta_7 = \theta$ $\theta_9 = \theta$	$\theta_2 = 2\theta$ $\theta_4 = 2\gamma^{-1} \cdot \theta$ $\theta_6 = \theta_3$ $\theta_8 = \theta$	$Mp\, \theta . \left[2(1+\propto) \cdot (1+\gamma^{-1}) + \beta \left(\frac{25+3\gamma}{3+\gamma}\right) \right]$
10		$\theta_1 = \frac{5}{3} \cdot \theta$ $\theta_3 = \frac{20}{3(3+\gamma)} \cdot \theta$ $\theta_5 = \theta_4$ $\theta_7 = \theta_1$	$\theta_2 = \theta_1$ $\theta_4 = \frac{5}{3} \gamma^{-1} \cdot \theta$ $\theta_6 = \theta_3$ $\theta_8 = \theta_1$	$\frac{5}{3} Mp\, \theta . \left[(1+\propto) \cdot (1+\gamma^{-1})\ \ 2\beta \left(\frac{7+\gamma}{3+\gamma}\right) \right]$
11	$\phi = \frac{17-5\gamma}{7+5\gamma} \cdot \theta$	$\theta_1 = \frac{10(3+\gamma)}{7+5\gamma} \cdot \theta$ $\theta_3 = \frac{40}{7+5\gamma} \cdot \theta$ $\theta_5 = \frac{5(3+\gamma)}{7+5\gamma} \cdot \theta$ $\theta_7 = \theta_5$	$\theta_2 = \theta_1$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_6 = \theta_5$	$5 Mp\, \theta . \left[2(1+\propto) \cdot \left(\frac{7+\gamma}{7+5\gamma}\right) + 3\beta \left(\frac{3+\gamma}{7+5\gamma}\right) \right]$
12	$\phi = \frac{2(5-\gamma)}{5+3\gamma} \cdot \theta$	$\theta_1 = \frac{5(3+\gamma)}{5+3\gamma} \cdot \theta$ $\theta_3 = \frac{20}{5+3\gamma} \cdot \theta$ $\theta_5 = \theta_1$	$\theta_2 = \theta_1$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_6 = \theta_1$	$5 Mp\, \theta . \left[(1+\propto) \cdot \left(\frac{7+\gamma}{5+3\gamma}\right) + 2\beta \left(\frac{3+\gamma}{5+3\gamma}\right) \right]$

5— Panel Vierendeel Truss				Appendix
Mode	Mecnanism	Angles of Rotation		Internal Work (U.C.: Mp, L.C.: α Mp, Vls. β Mp)
1	H, γH, L, L, L, L, L	$\theta_1 = 10\,\theta$ $\theta_3 = \frac{5}{4}(1+3\gamma^{-1})\cdot\theta$	$\theta_2 = \frac{5}{4}(5+3\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_4 = 5\,\theta$	$\frac{5}{4}\,Mp\,\theta\left[(5+3\gamma^{-1}) + \alpha(13+3\gamma^{-1})\right]$
2		$\theta_1 = 5\,\theta$ $\theta_3 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{5}{4}(1+3\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_1$	$\frac{5}{4}\,Mp\,\theta\;(1+\alpha)\cdot(5+3\gamma^{-1})$
3	$\phi = \frac{7-3\gamma}{2+2\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{5(3+\gamma)}{1+\gamma}\cdot\theta$ $\theta_3 = \frac{10}{1+\gamma}\cdot\theta$	$\theta_2 = \frac{5(7+\gamma)}{2(1+\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_4 = \frac{5(3+\gamma)}{2(1+\gamma)}\cdot\theta$	$\frac{5}{2}\,Mp\,\theta\left[\frac{7+\gamma}{1+\gamma} + \alpha\left(\frac{13+3\gamma}{1+\gamma}\right)\right]$
4	$\phi = \frac{7-3\gamma}{2+2\gamma}\cdot\theta$	$\theta_1 = \frac{5(3+\gamma)}{2(1+\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_3 = \theta_2$	$\theta_2 = \frac{10}{1+\gamma}\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_1$	$\frac{5}{2}\,Mp\,\theta\;(1+\alpha)\cdot\left(\frac{7+\gamma}{1+\gamma}\right)$
5	$\phi = \theta$	$\theta_1 = 10\,\theta$ $\theta_3 = 5\,\theta$	$\theta_2 = \theta_1$ $\theta_4 = \theta_3$	$10\,Mp\,\theta\;(1+2\alpha)$
6	$\phi = \theta$	$\theta_1 = 5\,\theta$ $\theta_3 = \theta_1$	$\theta_2 = \theta_1$ $\theta_4 = \theta_1$	$10\,Mp\,\theta\;(1+\alpha)$
7		$\theta_1 = \frac{10}{3}\cdot\theta$ $\theta_3 = \frac{5}{12}(1+7\gamma^{-1})\cdot\theta$ $\theta_5 = \frac{5}{3}\cdot\theta$ $\theta_7\;\frac{5}{3}\cdot\theta$	$\theta_2 = \frac{5(7+\gamma)}{3(3+\gamma)}\cdot\theta$ $\theta_4 = \theta_3$ $\theta_6 = \frac{20}{3(3+\gamma)}\cdot\theta$	$\frac{5}{12}\,Mp\,\theta\left[(1+\alpha)\cdot(9+7\gamma^{-1}) + 4\beta\left(\frac{11+\gamma}{3+\gamma}\right)\right]$

4 – Panel Vierendeel Truss			Appendix
Mode	Mechanism	Angles of Rotation	Internal Work (U.C. Mp, Vls; L.C. αMp, β Mp)
1		$\theta_1 = 8\theta$; $\theta_2 = (5+3\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_3 = (1+3\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = 4\theta$	$Mp\,\theta.\left[(5+3\gamma^{-1}) + \alpha(13+3\gamma^{-1})\right]$
2		$\theta_1 = 4\theta$; $\theta_2 = (1+3\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$	$Mp\,\theta\ (1+\alpha)\cdot(5+3\gamma^{-1})$
3		$\theta_1 = \frac{4(3+\gamma)}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{2(7+\gamma)}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{8}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_4 = \frac{2(3+\gamma)}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\phi = \frac{3-\gamma}{1+\gamma}\cdot\theta$	$2Mp\,\theta.\left[\left(\frac{7+\gamma}{1+\gamma}\right) + \alpha\left(\frac{13+3\gamma}{1+\gamma}\right)\right]$
4		$\theta_1 = \frac{2(3+\gamma)}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_2 = \frac{8}{1+\gamma}\cdot\theta$; $\theta_3 = \theta_2$; $\theta_4 = \theta_1$; $\phi = \frac{3-\gamma}{1+\gamma}\cdot\theta$	$2Mp\,\theta.\ (1+\alpha)\cdot\left(\frac{7+\gamma}{1+\gamma}\right)$
5		$\theta_1 = \frac{8}{3}\ \theta$; $\theta_2 = \frac{4(7+\gamma)}{3(3+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_3 = \frac{1}{3}(1+7\gamma^{-1})\cdot\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \frac{4}{3}\cdot\theta$; $\theta_6 = \frac{16}{3(3+\gamma)}\cdot\theta$; $\theta_7 = \frac{4}{3}\cdot\theta$	$\frac{1}{3}Mp\,\theta\left[(1+\alpha)\cdot(3+7\gamma^{-1}) + 4\beta\left(\frac{11+\gamma}{3+\gamma}\right)\right]$
6		$\theta_1 = 2\theta$; $\theta_2 = \frac{8}{3+\gamma}\ \theta$; $\theta_3 = 2\gamma^{-1}\theta$; $\theta_4 = \theta_3$; $\theta_5 = \theta_2$; $\theta_6 = \theta_1$	$2Mp\,\theta.\left[(1+\alpha)\cdot(1+\gamma^{-1}) + \beta\left(\frac{8}{3+\gamma}\right)\right]$

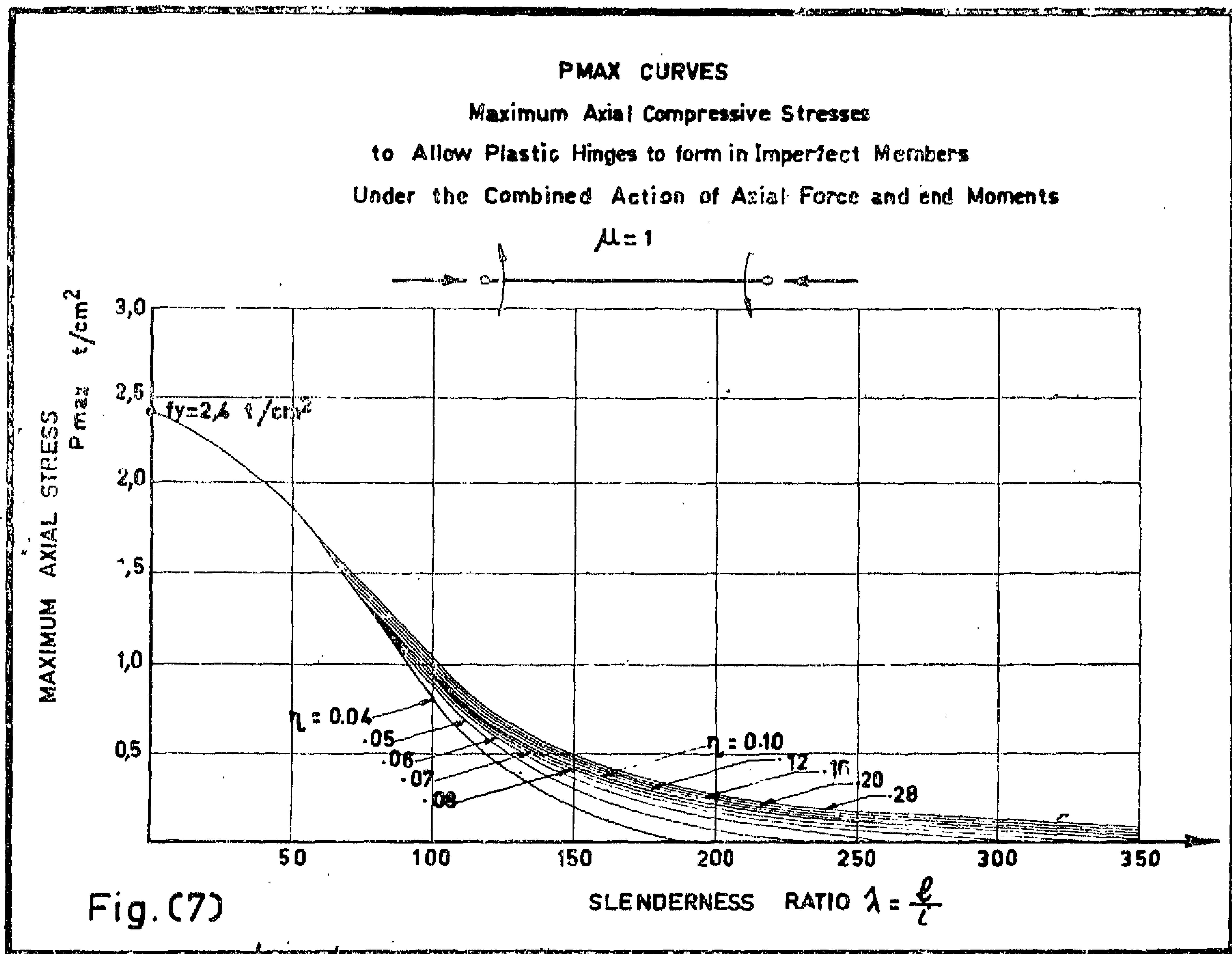


Fig. (7)

4. The plastic design of 4, 5, 6, 7 and 8 - panel Vierendeel trusses can be carried out by the use of the given appendices, which give the angles of rotation at the plastic hinges for every possible collapse mechanism. The movements of the panel points can be easily obtained fron the angles of rotation θ and ϕ of the right and left parts of the mechanisms, respectively. In the last columns of these appendices, are the equations which give the work dissipated at the plastic hinges for the case employing a constant section for the upper chord, lower chord and vertical members, whose Mp-values bear the ratio of $1 : \alpha : \beta$ to one another.

5. It may be mentioned, that economy in the design of Vierendeel trusses can be further achieved through employment of sections having different thicknesses for the cover plates in order to resist a moment diagram in the individual members which corresponds to $\mu = 1.0$ for all the truss members, as well as, $\mu = 0.0$ for the chord members.

6. The problem of lateral instability of a Vierendeel truss subjected to inter panel loading, may be reduced to the investigation of the capability of a beam to form plastic hinges at either one, or both ends under the combined effect of an axial force and end moments which bear the ratio of either 0.0 or 1.0 to one another. Such a problem may be solved by the use of the curves in figures (6) and (7).

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his gratitude to Mr. Gamil S. Tadros of our Department for his help in the preparation of the Appendices.

modulus of section, and Zx : is the major elastic modulus. For practical cases the value of η was found to vary between 0.04 and 0.28.

CONCLUSIONS

For the plastic design of Vierendeel trusses which are subjected to both panel loads acting at the vertical members and at panel points half way in between, the following conclusions can be drawn from the previous investigations.

1. For the case of a parallel chord Vierendeel truss, the carrying capacity of the structure is a function of only the panel length and the Mp-values of the different members. The height of the truss affects the axial forces to which the chord members are subjected, and thus indirectly affects the strength of the structure.

2. Using the same sections, the carrying capacity of a Vierendeel truss can be greatly increased by the use of sloping chords i.e. by reducing the height of the end verticals as compared with the structure's height at mid-span.

It is important to remember that reduction of the truss's height or its end verticals results in higher axial forces in the chords and consequently increases the danger of chord members becoming laterally unstable.

3. In the plastic design of such Vierendeel trusses, due consideration must be given to the local collapse in the loaded chord which may require the use of unsymmetrical chords. Such a solution is to prevent the beam failure from prevailing as the governing mode of collapse, by placing an upper limit on the strength of the structure, which may be much lower than the established carrying capacity of the truss as obtained from the consideration of the basic - panel and multi - panel collapse modes.

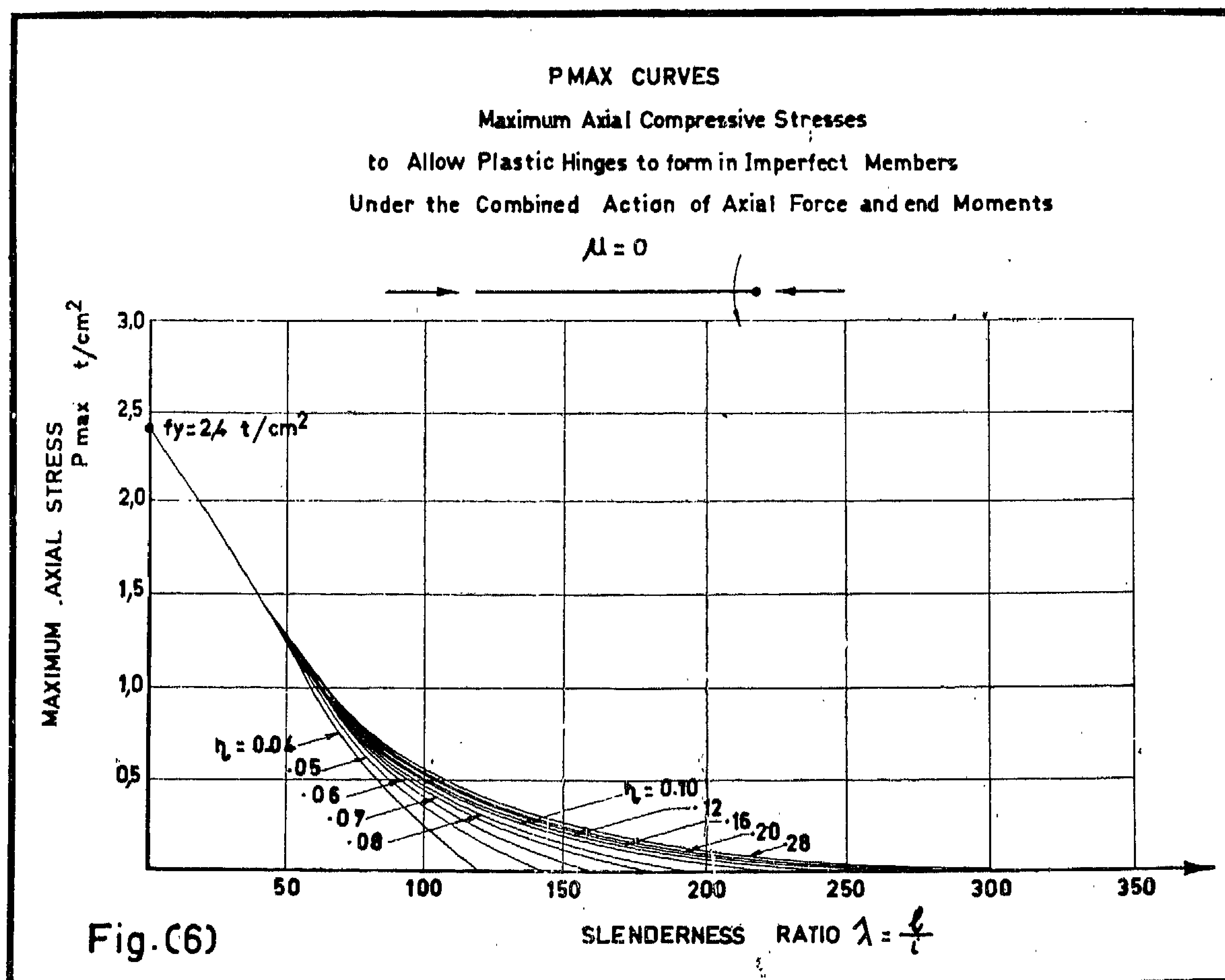


Fig. (6)

3. Constant section throughout the upper chord, together with different Mp-values for each member of the lower chord and vertical members.

4. Constant section throughout the lower chord, together with different Mp-values for each member of the upper chord and vertical members.

The last two methods are of practical value and may be used for any span length. It is important to remember that the minimum Mp-value for the loaded chord is dictated by the beam collapse mode ; namely $Mp \ngtr 8 \frac{W}{L}$ where W is the maximum panel load and L is the panel length.

The loading procedure is such, as to allow the moving load to cover the whole span and then to recede from one of the supports, in a step by step process, in order to give maximum shear forces in each panel singularly. This would be achieved by placing the moving loads at the downward moving panel points for any particular panel collapse mode ; the knife edge load, if present, being placed at the panel point with the maximum downward movement. These cases of loading, which are the same number as the basic panel collapse modes, would result in the dimensioning of the chord members of the Vierendeel truss. The multi-panel collapse modes, in which more than one panel participate in the formation of a mechanism with one degree of freedom, serve to choose the sections for the different vertical members of the truss.

When choosing the sections for the different members, it is important to allow for reductions in the full plastic moment values which are due to the effect of both the axial and shear forces, whose magnitudes could be obtained from the statics of the corresponding collapse mechanism.

PART 4

The previous analysis is applicable only in the cases where lateral instability does not arise. Provided that the panel points of a Vierendeel truss are laterally supported, the problem of lateral instability in the case of a Vierendeel truss subjected to inter-panel loading, may be reduced to the investigation of a member's capability to produce plastic hinges at either one or both of its ends, under the combined effect of an axial force and two end moments which bear the ratio μ of either 0.0 or 1.0 to one another ; the last value corresponding to the case of a beam bent in double curvature. This is comparable to the conventionally loaded Vierendeel trusses which were investigated by the author in a Ph.D. Thesis. These two values of the ratio μ are true in the case of the vertical members for which μ is equal to 1.0, and also for the unloaded chord for which μ may be taken as equal to 0.0, since this last ratio represents the worst case of loading. The case of the loaded chord is a completely different problem owing to the formation of a plastic hinge at its centre. It is, undoubtedly, convenient to remember that the formation of this plastic hinge is due to the presence of the central panel load which is applied through a cross girder. It is necessary, therefore, to provide the floor system with a type of bracing that supports these points of loading in the lateral direction. In such a case, the problem of lateral instability of the loaded chord would be the same as the other members of the Vierendeel truss with the ratio μ equal 0.0 being the worst case of loading.

It may be concluded that for the solution of the lateral instability problem of Vierendeel trusses subjected to inter-panel loading, one may utilize the sets of curves previously obtained by the author and presented in his Ph.D. Thesis. These curves show for varying values of the slenderness ratio, the maximum axial stress at which a beam is capable of forming plastic hinges at either one or both ends under the combined effect of an axial force and end moments which bear the ratio of 0.0 or 1.0 to one another. These curves are reproduced in figures (6) and (7) and are based on a yield stress value equal to 2.4 t/cm^2 as compared with 15.25 t/in^2 in the original curves. The variable η in these curves is a section constant which is given by $\eta = \sqrt{\frac{A K}{Zx}}$ where A : is the area of the cross section, K : torsional

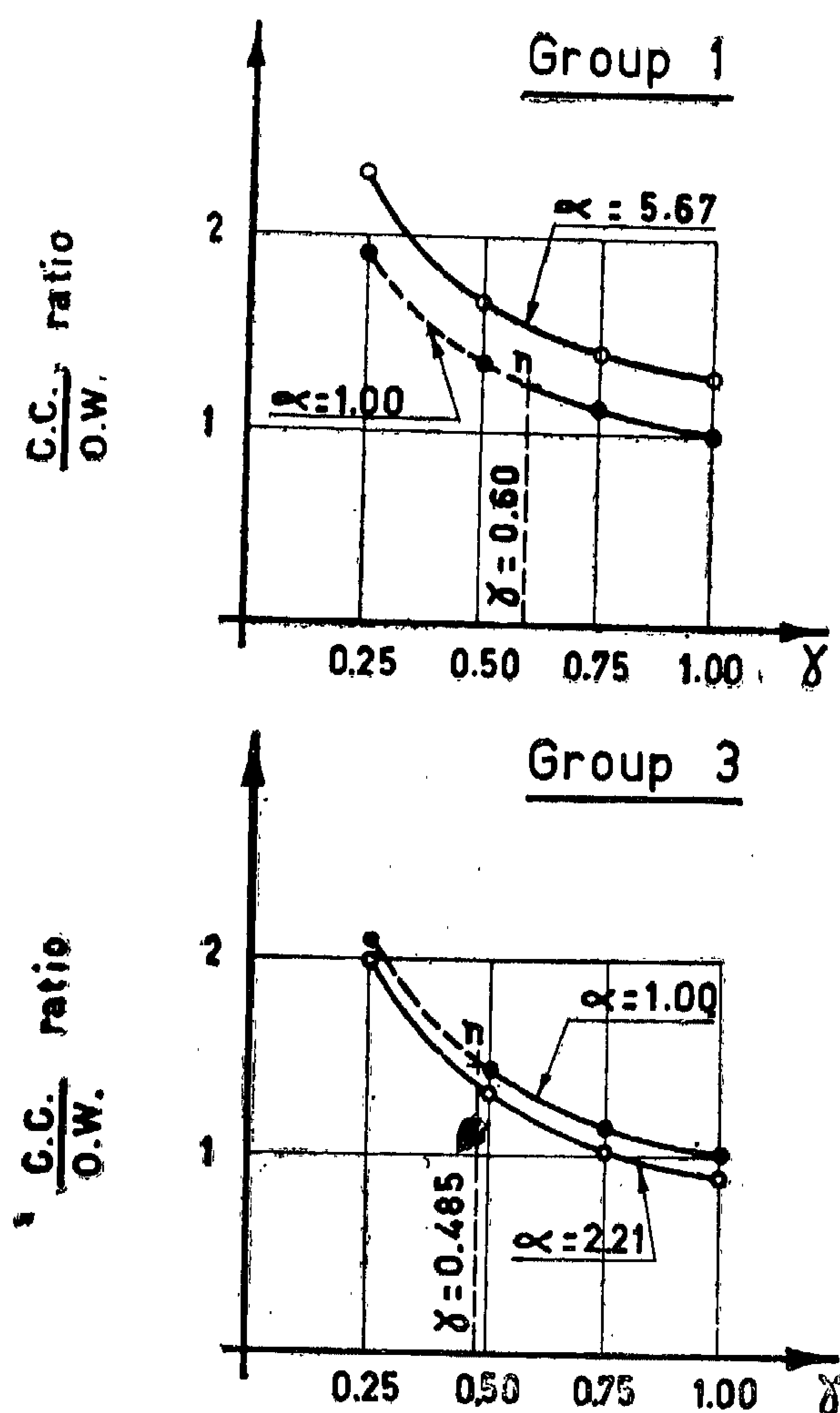


Fig. (5)

The following terms are used in these investigations:

γ : ratio of the height of the end vertical member to the height of truss at mid span.

Mp : plastic moment value of upper chord members.

αMp : plastic moment value of lower chord members.

βMp : plastic moment value of vertical members.

The collapse mechanisms have been obtained on the assumption that $\beta > \alpha > 1$.

The results of these investigations are presented in appendices 1 to 5. For the case of Vierendeel trusses subjected to symmetrical loading, the collapse modes considered in the appendices could also be used in order to study such structures. It may also be mentioned, that in special cases, these results are also applicable in the case of Vierendeel trusses with straight upper chord and whose lower panel points lie on a parabolic curve.

For all collapse modes considered, the angles of rotation are given at each plastic hinge so that if either the upper chord, lower chord or the vertical members have different sections for each individual member, the design procedure would be, with the application of these appendices, an uncomplicated process. If, however, each of the upper chord, lower chord and the vertical members have a constant section throughout the truss with full plastic moment values bearing the ratio of $1:\alpha:\beta$ respectively to one another, one can easily apply the equations given in the end columns of the appendices.

These appendices could be used for either checking the strength of a Vierendeel truss to support a given load, or to design a Vierendeel truss to withstand a certain load at a given factor of safety.

The angles of rotation ϕ are due to the effect of the sloping chords, and it is necessary to remember that this causes some of the panel points to move upwards. For such collapse modes, the moving loads should be applied only at the downward moving panel points. The determination of the value of the movements of the panel points would be a problem of simple geometry.

In the design of a Vierendeel truss there are variations of choice for sections of the different members ; these include :

1. Constant Mp-value for each of the upper chord, lower chord and the vertical members which bear the ratio of $1:\alpha:\beta$ to each other ; this being practical for small span trusses.

2. Different Mp-value for each individual member in the truss ; the aforesaid being the general way of design.

TABLE (4)

RELATIVE c.c./o.w. RATIOS

GROUP 1

α \ Truss	V_1 $\gamma = 1.00$	V_2 $\gamma = 0.75$	V_3 $\gamma = 0.50$	V_4 $\gamma = 0.25$
1.00	1.00	1.12	1.32	1.90
5.67	1.28	1.42	1.68	2.35

GROUP 3

α \ Truss	V_1 $\gamma = 1.00$	V_2 $\gamma = 0.75$	V_3 $\gamma = 0.50$	V_4 $\gamma = 0.25$
1.00	1.00	1.15	1.42	2.17
2.21	0.91	1.07	1.35	2.14

It is evident from these curves that while in some cases it is advantageous to use chords with different Mp - values, it is necessary to remember that this practice does not automatically result in a Vierendeel truss with a higher c.c./o.w. ratio ; each case must be investigated separately. The dotted part of the curves for the case of $\alpha = 1$ indicate the invalid regions, since starting from points "n" the beam collapse of the loaded chord is the governing mode ; hence resulting in a premature collapse of the structure. For a lower value of γ than that corresponding to point "n", it would be of increased advantage to use chords with different Mp - values.

It may be further deducted from the previous investigations that the carrying capacity of a Vierendeel truss, designed according to the simple plastic theory, is not affected by the height of the truss at mid-span. This can be readily seen from tables (1) and (2) from which it is clear that the carrying capacity of the Vierendeel truss is only a function of both the panel length, and the Mp-values of the different members. The height of the Vierendeel truss is, however, of prime importance for the stiffness of the structure, affecting also the axial forces to which the chord members are subjected.

PART 3

In order to investigate the plastic behaviour of a Vierendeel truss, it is necessary to consider all the possible collapse mechanisms and also the different cases of loading. This means that for each collapse mode, one should ascertain the values of the angles of rotation at the plastic hinges, as well as the movement of the panel points at which the external loads are applied. Five Vierendeel trusses have been investigated in order to cover most of the practical requirements. The trusses considered are 4, 5, 6, 7 and 8 - panel structures with straight lower chords and whose upper panel points lie on a parabolic curve. For the cases of the 5 and 7 - panel trusses, however, the central member of the upper chord is a common tangent for the two halves of parabolea on which the panel points lie.

TABLE (2)

CARRYING CAPACITY OF 4 — PANEL VIERENDEEL TRUSSES WITH UNSYMMETRICAL CHORDS

Group	Truss	α	C	Group	Truss	α	C
Group 1	V_1^a	5.67	28.2	Group 3	V_1^c	2.21	8.5
	V_2^a	5.67	30.1		V_2^c	2.21	9.5
	V_3^a	5.67	33.9		V_3^c	2.21	11.6
	V_4^a	5.67	45.4		V_4^c	2.21	17.7

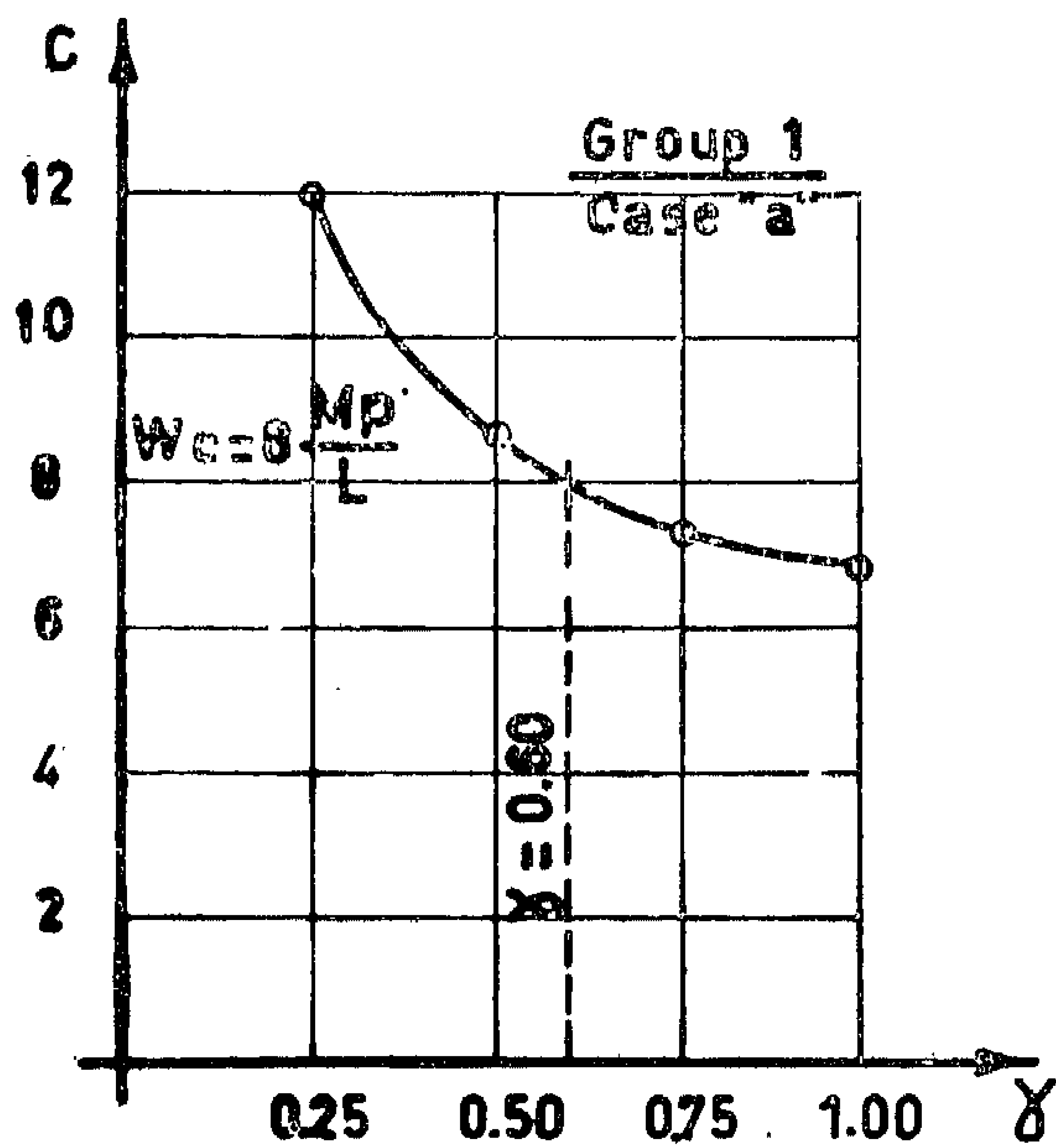
Comparing the results of tables (1) and (2) it is noticed that the carrying capacity of the trusses increased considerably. Nevertheless, it must be realised that the own weight of the trusses is also greater in the latter case. In order not to obtain misleading results it is, therefore, essential to compare the $\frac{\text{carrying capacity}}{\text{own weight}}$ ratio for the different trusses ; this being referred to as the c.c./o.w. ratio. To estimate the own weight of the trusses, the weight of any member was assumed to be in direct proportion to its full plastic moment value. Furthermore, for the cases of $\alpha > 1$ the end verticals were assumed to have a full plastic moment value equal to αMp, while the intermediate verticals were assumed to have a full plastic moment value equal to Mp. The panel ratio $\frac{L}{H}$ was also taken equal to 2. Table (3) shows the relative weights of the different trusses for values of α equal to 1.00, 5.67 and 2.21 ; the weight of the parallel chord truss V_1 for the case of $\alpha = 1$ being taken for comparison as equal to unity.

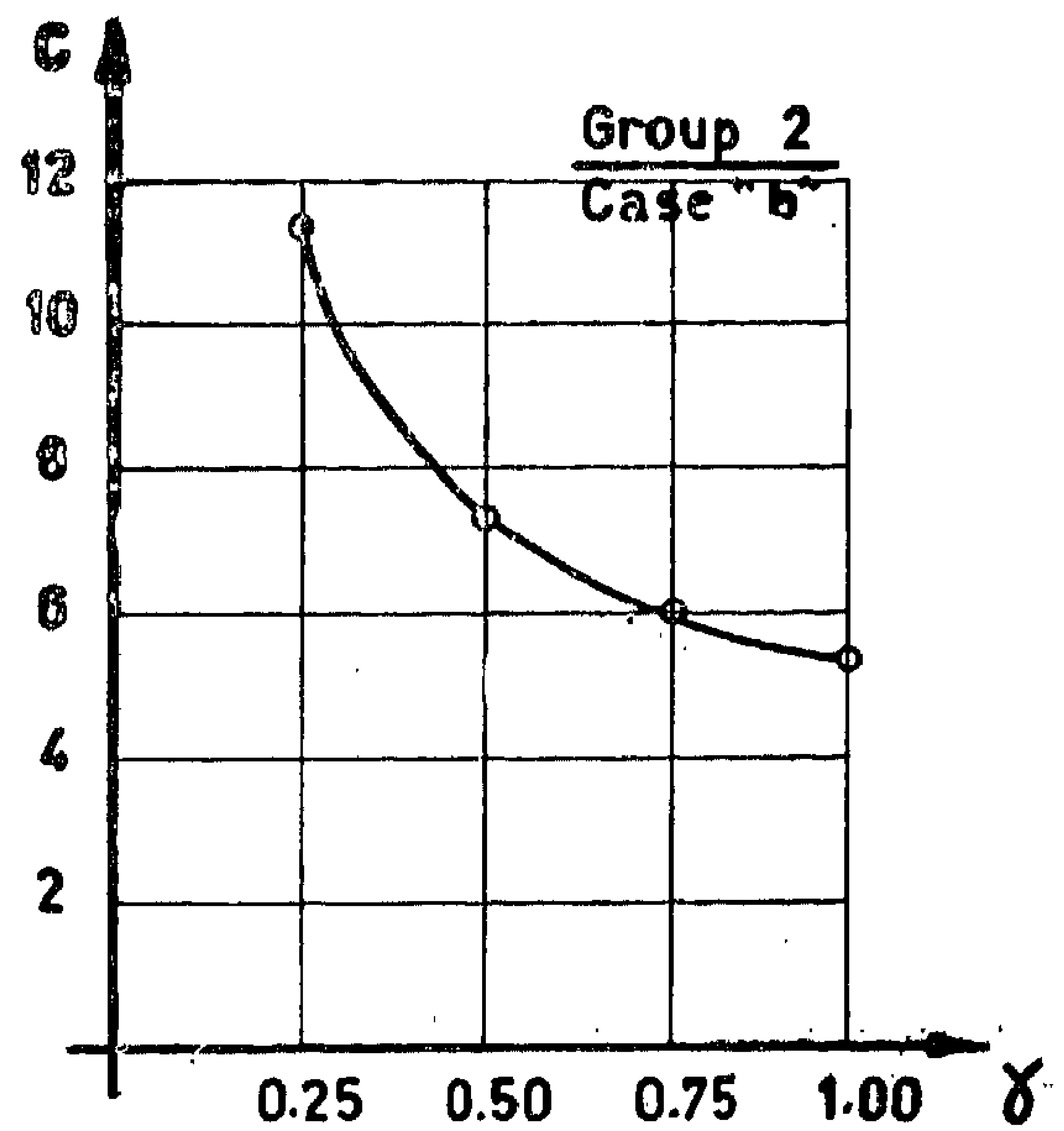
TABLE (3)

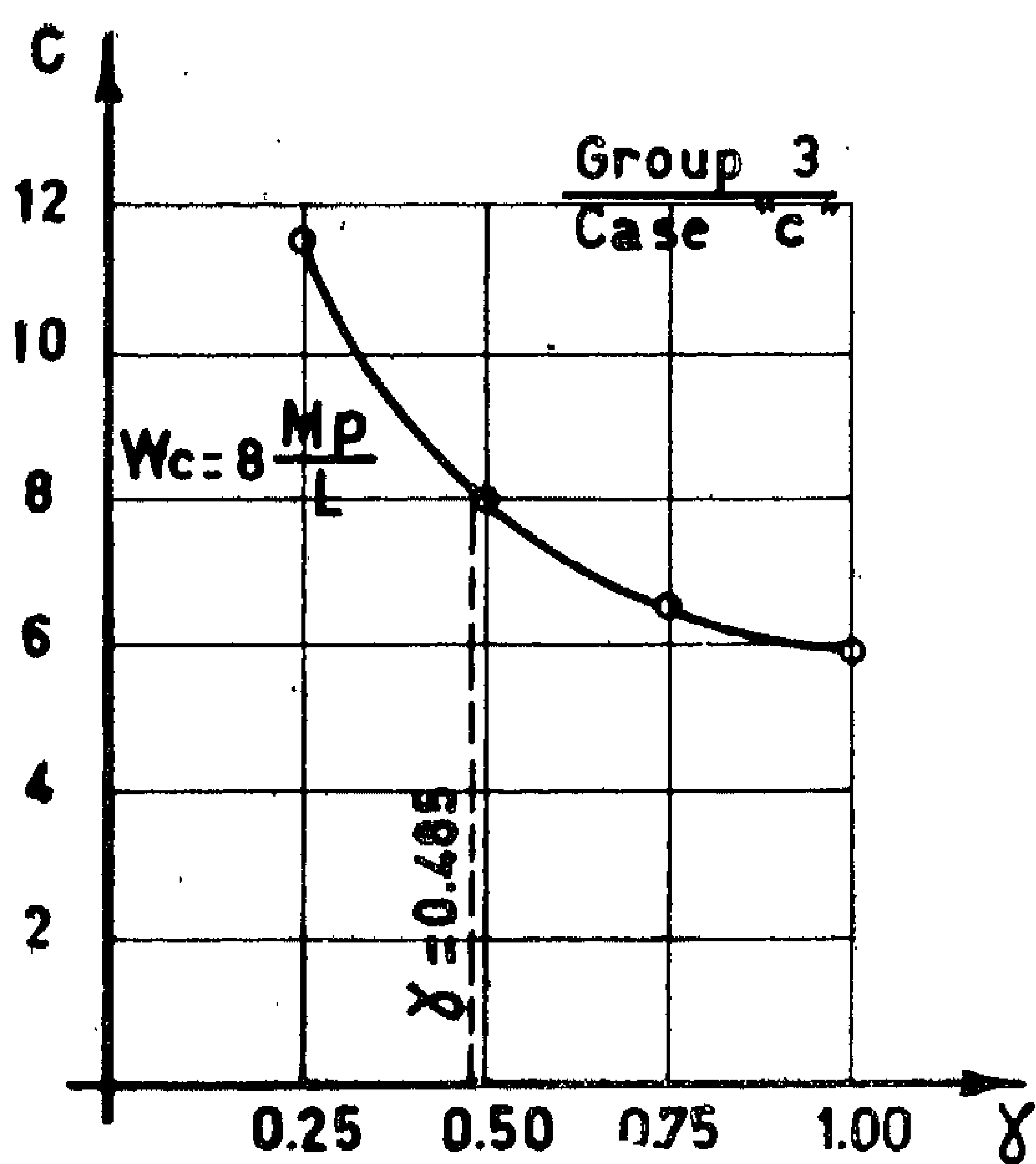
RELATIVE OWN WEIGHT OF 4 — PANEL VIERENDEEL TRUSSES

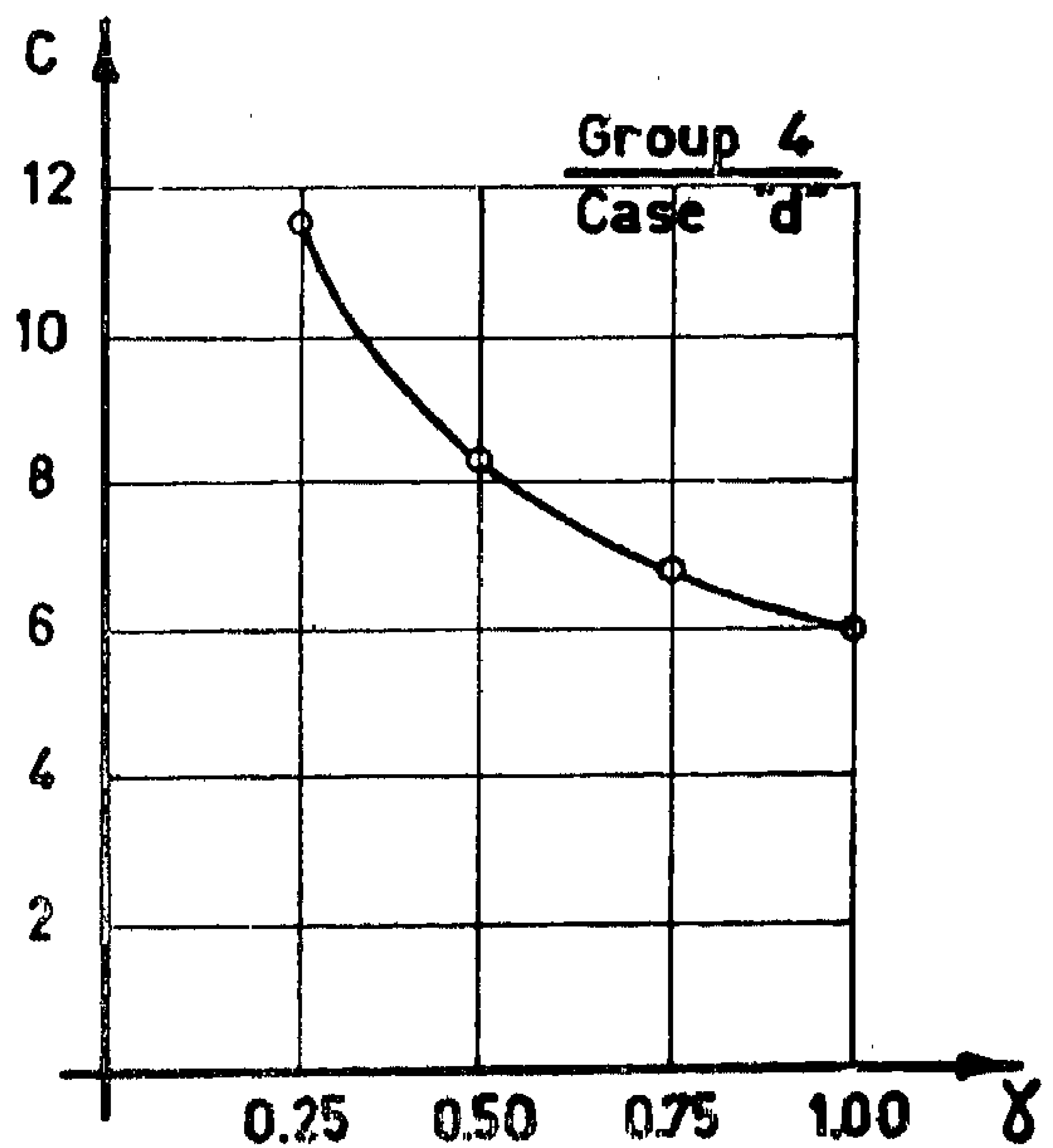
α \ Truss	V_1 $\gamma = 1.00$	V_2 $\gamma = 0.75$	V_3 $\gamma = 0.50$	V_4 $\gamma = 0.25$
1.00	1.00	0.97	0.94	0.92
5.67	3.22	3.08	2.94	2.81
2.21	1.58	1.52	1.46	1.41

Table (4) gives the relative c.c./o.w. ratios for the trusses groups 1 and 3. The results for each group have been obtained by assuming that the parallel chord truss V_1 with $\alpha = 1$ has a unit c.c./o.w. ratio. These results are also presented graphically in Fig. (5).









$$W_c = C \cdot \frac{M_p}{L}$$

Fig. (4)

The results of these Vierendeel trusses are given in tabular form in table (1) and, additionally, are presented graphically in Fig.(4); the collapse load Wc being equal to $Wc = C. \frac{Mp}{L}$ where Mp is the full plastic moment value for the section of the members and L is the panel length of the truss. Groups 1, 2, 3 and 4 correspond to the cases of loading a, b, c and d respectively.

TABLE (1)

CARRYING CAPACITY OF 4 — PANEL VIERENDEEL TRUSSES WITH SYMMETRICAL CHORDS

Group	Truss	Mode of collapse	C	Group	Truss	Mode of collapse	C
Group 1	V_1^a	I	6.86	Group 2	V_1^b	II	5.33
	V_2^a	I	7.43		V_2^b	II	6.00
	V_3^a	I	8.57		V_3^b	II	7.33
	V_4^a	I	12.00		V_4^b	II	11.33
Group 3	V_1^c	V	5.87	Group 4	V_1^d	VI	6.00
	V_2^c	V	6.56		V_2^d	VI	6.80
	V_3^c	V	7.89		V_3^d	VI	8.28
	V_4^c	V	11.72		V_4^d	IV	11.60

In all groups of trusses, it is seen that the carrying capacity of the Vierendeel truss increases with the decrease of the ratio γ ; the carrying capacity is virtually doubled, when the value of γ is reduced from 1.00 to 0.25.

For groups 1 and 3, however, the beam collapse must be investigated. This local collapse of the loaded chord is independent of the ratio γ, and gives a constant value for the collapse load equal to $Wc = 8 \frac{Mp}{L}$; this value is shown in the corresponding curves. The value of the collapse load as obtained from the beam collapse, represents an upper limit to the carrying capacity of such Vierendeel trusses, beyond which, decreasing the ratio γ would have no effect on the carrying capacity of the structure; the beam collapse being the governing mode. In order, however, to increase the carrying capacity of such Vierendeel trusses by decreasing the value of γ, and at the same time avoid a beam collapse in the loaded chord, it is the logical solution to use chords having different full plastic moment values. Assuming the upper chord to have a plastic moment value of Mp, the lower chord should have a full plastic moment value equal to α Mp, where α is greater than unity. The value of α is preferably to be determined in such a way as to obtain the same collapse lead Wc from both the beam collapse and the mechanism collapse modes. At this stage, however, the values of α are determined for each of the trusses V_4^a and V_4^c, and are found to be equal to 5.67 and 2.21 respectively These values have been obtained on the assumption that the end verticals have a plastic moment value equal to β Mp where $\beta \geqq \alpha$; i.e. the plastic hinge that occured in the lower chord at the end support was assumed to form in the chord itself, not in the vertical member.

Table (2) shows the results of the Vierendeel trusses groups 1 and 3 when taking into account these ratios of α.

in both the vertical member and in the upper chord, in order to obtain a mechanism with one degree of freedom.

The beam collapse must not be overlooked, since in some cases this mode of collapse may, if neglected, lead to a premature failure of the structure by partial collapse of the loaded chord. This is most conspicuous in Vierendeel trusses with sloping chords in which, as will be shown later, the carrying capacity of the structure can be greatly increased by further reduction in the height of the end verticals. It would then seem valueless to increase the carrying capacity of the truss while the beam collapse, which is not affected by the use of a steeper upper chord, would be the cause of premature failure of the structure.

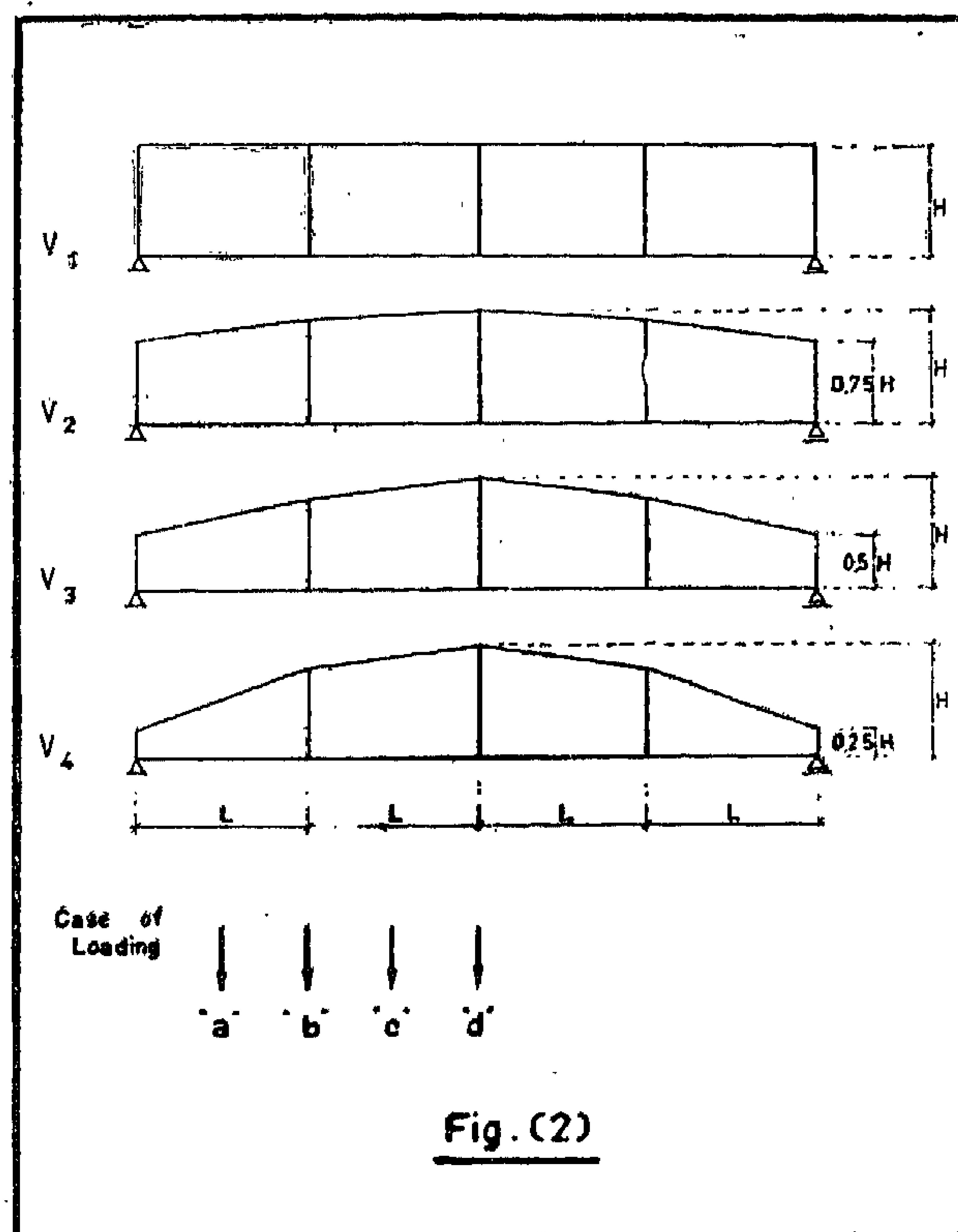


Fig. (2)

PART II

Investigations were firstly carried out on 4-panel Vierendeel trusses with end verticals of different heights, whilst having the same height H at mid span. The ratio γ of the end verticals' height to that of the middle vertical, was taken 1.00, 0.75, 0.50 and 0.25 ; the first value corresponding to a parallel chord Vierendeel truss. The panel points of the sloping upper chord were taken to lie on a parabola, and the full plastic moment value was assumed to be constant for all members of the trusses. These trusses are shown in Fig. (2), together with the four cases of loading that were considered ; namely application of a concentrated load at either of positions a, b, c & d.

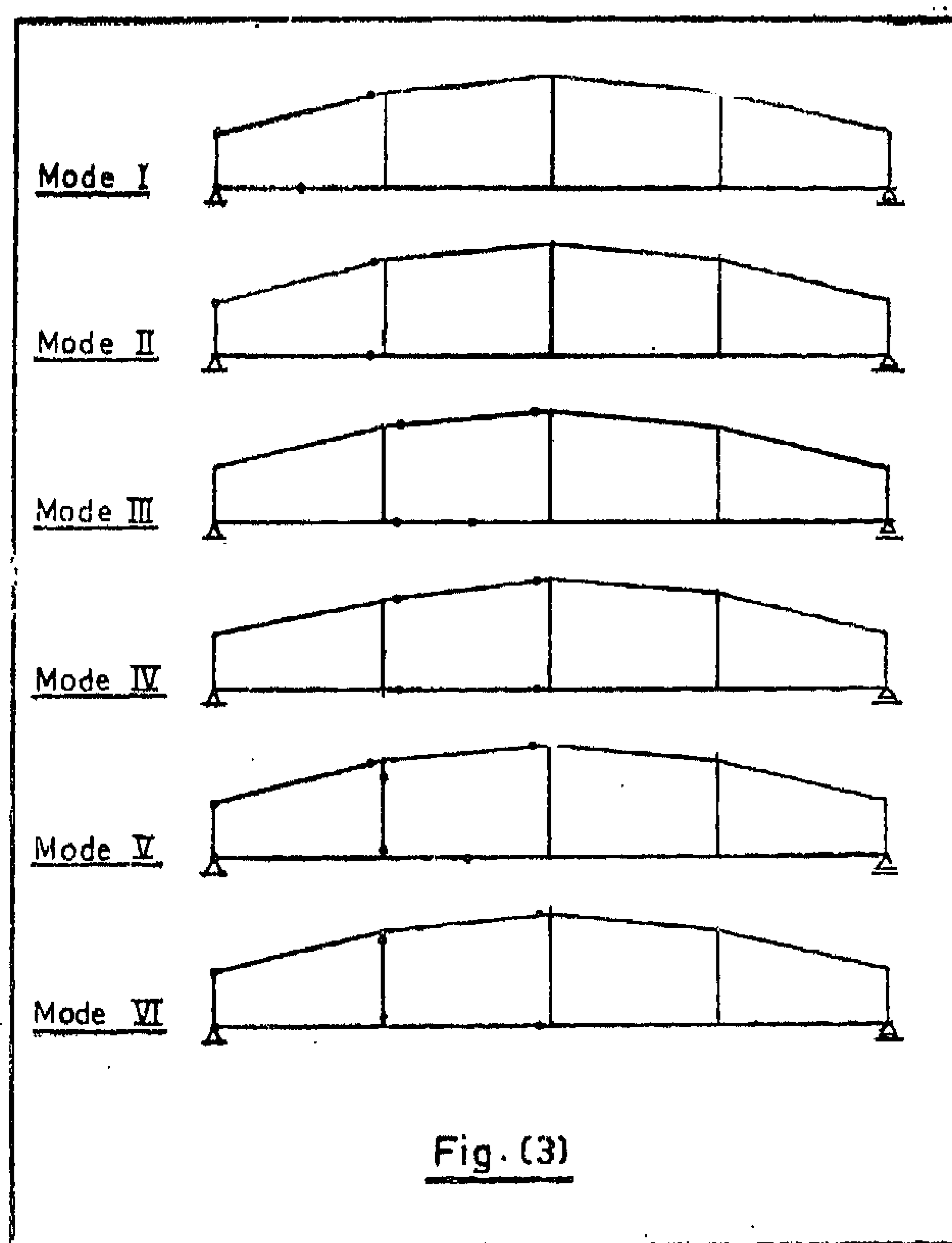


Fig. (3)

The possible collapse mechanisms for these Vierendeel trusses are shown in Fig. (3). As seen from this figure, no symmetrical collapse mechanism was considered in order to deal with the symmetrical case of loading "d". It is unnecessary to consider such mechanisms, since the same results would be obtained from considering only half these symmetrical collapse modes i.e. modes II, IV and VI.

the vertical members of the Vierendeel truss, as well as at the vertical members.

In general, any structure is subjected to dead as well as moving loads. Consequently, it is clear that for each section in a structure, there is a critical case of loading that causes such a section to be subjected to maximum straining actions. In the elastic theory, this problem is dealt with by the influence lines' method. The design according to the simple plastic theory would, however, be carried out through investigations of all the structure's possible collapse mechanisms.

The true collapse mechanism for a certain case of loading is that which provides the least resistance. This is performed, by equating the work done by the external loads, with the work dissipated at the plastic hinges through hinge rotations. This may be presented as

$$\sum_{n=1}^{n} P_n . y_n = \sum_{m=1}^{m} M_{p_m} \cdot \Theta_m$$

where n and m are the number of the external loads and plastic hinges, respectively. This means that for each collapse mechanism, one must evaluate the movements of all panel points in the direction of the applied loads, in addition to all hinge rotations.

The possible collapse modes of a Vierendeel truss subjected to panel loads halfway between and at the vertical members are as follows :

1. Basic-panel collapse i.e. collapse of one panel with, or without a plastic hinge occuring at the centre of the loaded chord.

2. Multi-panel collapse i.e. a collapse mode involving more than one panel, and not necessarily including the first panel of the truss.

3. Beam collapse i.e. collapse of the loaded chord, under the effect of the panel load acting halfway between the vertical members.

These types of collapse modes are shown in Fig. (1).

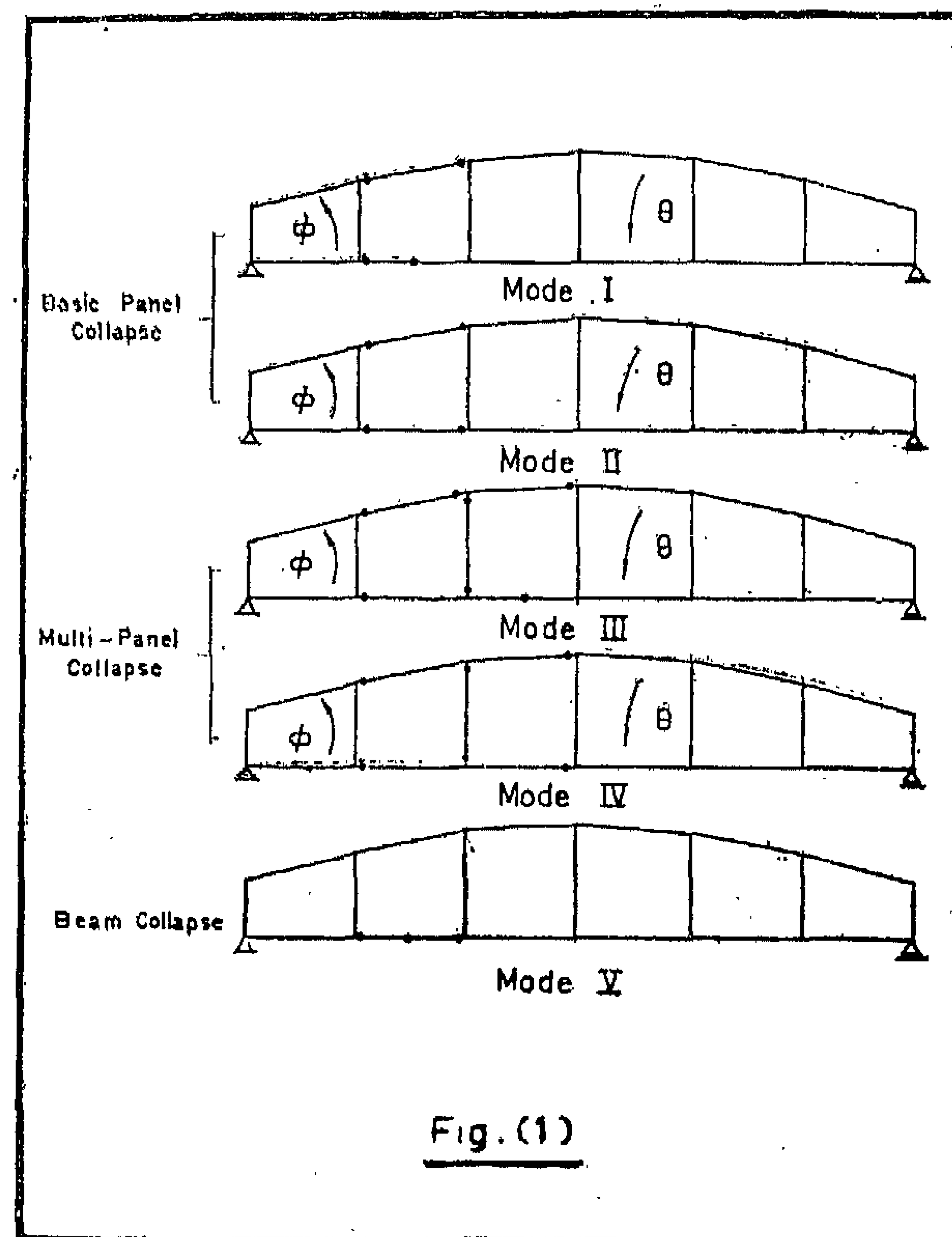


Fig. (1)

For modes I, II, III, and IV the procedure is to rotate the right part of the structure through an angle Θ, preferably in the direction that would cause the relevant panel points to move in the direction of the external loads, in order to obtain a positive value for the external work. As a consequence of this rotation, the left part of the structure rotates through an angle ϕ, the panel points move vertically displacements equal to y_n and the plastic hinges rotate through angles Θ_m. From the geometry of the structure, it is possible to obtain the values of ϕ, y_n and Θ_m as functions of the angle of rotation Θ. The work equation could therefore be obtained by equating the work done by the external loads, with the work dissipated at the plastic hinges, It is necessary to remember, that the panel loads which are due to the moving loads, should only be placed at the downward moving panel points, whilst bearing in mind, that the panel loads due to dead load, situated at the upward moving panel points, result in negative work.

Collapse mode III is of special interest, since at the upper panel point of the vertical member, which is adjacent to the chord in whose centre a plastic hinge forms, plastic hinges must form

FURTHER STUDY IN THE PLASTIC DESIGN OF VIERENDEEL TRUSSES

by

H. SHAKIR-KHALIL

Ph. D. (Cantab), M.Sc. (Cairo).
Faculty of Engineering, Cairo University.

PART I

The Vierendeel truss is a statically indeterminate structure which has attracted the attention of many investigators. Approximate as well as exact, methods of design have been developed for the elastic analysis of this type of structure. These methods become cumbersome in the case of Vierendeel trusses with unsymmetrical chords and are further complicated by the use of sloping chords.

The main feature of the Vierendeel truss is the absence of diagonal members. This characteristic is the main attraction in the employment of this type of structure in the case of through bridges where, a clear unobstructed view is of importance. Furthermore, the Vierendeel truss provides a unique solution for certain types of structural buildings which require allowance for openings through the main supporting structure.

Regarding Vierendeel truss bridges with large spans, the height of the structure is dictated by architectural, as well as economical considerations. The panel ratio, which may be chosen according to the aesthetics of the bridge has, however, a great effect on the design of the structure. The panel length of the Vierendeel truss decides the span of the longitudinal stringers, and with the increase of the panel length beyond reasonable limits, the weight of the floor supporting steel structure increases steeply, thus leading to an increase in the total weight of the whole structure. It appears advisable, therefore, to use intermediate cross girders between the vertical members of the Vierendeel truss ; this being comparable to the use of subdivision in the case of ordinary trusses. Such practice would in all probability, lead to a reduction in the total own weight of the structure, and also avoid aesthetic disharmony of the bridge by addition of further vertical members. Furthermore, in structural buildings, it may be inevitable to subject the loaded chord to loading between the vertical members, since this may be dictated by the floor system used.

Many of the approximate elastic methods of analysis would fail to cope with the problem of a Vierendeel truss, whose loaded chord is subjected to panel loads acting between the vertical members. An exact analysis based on the elastic theory would, alternatively, prove most tedious and unpracticable.

The design of such a Vierendeel truss according to the simple plastic theory of design would be a much simpler problem. A certain degree of knowledge of the simple plastic theory and some aquaintance with this type of structure is, however, required. The author has previously dealt with the plastic design of Vierendeel trusses in a Ph.D. Thesis submitted to the University of Cambridge. This paper is a further study of this type of structure, when the loaded chord is subjected to panel loads acting halfway between

CONCLUSIONS

1 — An empirical equation was developed for molal volume calculations of gases at high temperatures and pressures, This new requation may be used, over the range of temperatures and pressures indicated, to express the volume of gases, methane, ethane, propane, n-butane, i-butane. n-pentane, nitrogen, carbon dioxide, hydrogen sulfide, oxygen, hydrogen and air with an average absolute deviation of less than one percent.

2 — The equation presented gives the volume explicitly making it of greater use for practical purposes.
This new equation has the added attraction of being straight-forward and calculations can be made by desk calculator.

3 — The proposed equation can also be utilized for density and compressibility correlations.

REFERENCES

1 — J.D. Van Der Waals : «Essay on the continuity of the Gaseous and liquid states,» Doctor's Dissertation. University of Leiden, 1873,

2 — Alani, G.H. and Kennedy, H.T. : «Volume of liquid Hydrocarbons at High Temperatures and Pressures». AIME **Trans.** (1960), 219, 228.

3 — Kennedy, H.T., Bowman. C.H. Grownover, A.N. and Miesch, E.P. : «Recent Correlations of Hydrocarbon Properties with composition». Paper presented at Texas meeting of the Society of petroleum Engineers. Houston, Texas on Oct. 12th, 1964.

4 — El-Banbi, H. A. and Kennedy. H.T. : «Equations of state for various Pure Hydrocarbon and Non-Hydrocarbon systems and their mixtures.» Paper presented at the southwestern meeting of the American Chemical Society on Dec. 4th, 1964.

5 — Sage. B.H. and Lacey, W.N. : «Thermodynamic Properties of Lighter Paraffin Hydrocarbons and Nitrogen», **Monograph on API Research Project 37,** the American Petroleum Institute, New York, 1950.

6 — Sage. B.H. and Lacey, W.N. : «Some properties of the lighter Hydrocarbons, Hydrogen sulfide, and carbon Dioxide». **The American Petroleum Institute** (1955), New York.

7 — **International Critical Tables.** vol. III, Mc. Graw-Hill Company, Inc., New York and London (1928).

8 — Reamer, H. H., Sage. B.H., and Lacey, W.N. : «Volumetric Behaviour of Hydrogen Sulfide», **Industrial and Engineering Chemistry** (1949) **41**, 1272,

Table (II)

AVERAGE PERCENT DEVIATION IN THE MOLAL VOLUMES

CAS	Pressure Range, psia	Temp. Range, F	Total Number of Data Points	Average Percent Deviation
Methane	2,000 — 10,000	40 — 460	196	0.98868
Ethane	2,000 — 10,000	100 — 460	182	1.10559
Propane	2,000 — 10,000	220 — 460	126	0.63146
n-Butane	2,000 — 10,000	310 — 460	84	0.27607
i-Butane	2,000 — 5,000	280 — 460	63	0.26696
n. Pentane	2,000 — 10,000	400 — 460	42	0.09622
Nitrogen	2,000 — 15,000	40 — 500	408	0.63432
Carbon Dioxide	2,000 — 10,000	100 — 460	97	2.60300
Hydrogen Sulfide	2,000 — 10,000	220 — 340	42	2.26284
Oxygen	2,939 — 13,226	32 — 391	35	0.83786
Hydrogen	15 — 5,878	32 — 751	44	0.30614
Air	2,204 — 14,696	32 — 393	74	0.70532

Average percent Deviation — The average of the absolute values of the individual percent deviations.

Table (1)

CONSTANTS FOR INDIVIDUAL CASES

G A S	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
Methane	— 458.67292	— 0.00870782	464.89423	— 19.905685	14.145920	1.9199338	— 583.91457	1270.1133
Ethane	— 622.33140	— 0.00834402	614.87220	40.443098	— 38.355837	7.6194799	— 685.06138	—1754.2061
Propane	716.38049	0.01326535	— 732.28581	75.007624	— 67.597083	11.359422	552.36678	3411.4174
n-Butane	671.20076	0.00847618	— 681.11250	50.916148	— 46.615896	9.2454017	452.97707	5019.9561
i-Butane	1290.8146	0.01062302	—1342.8639	201.63647	—166.42683	20.560398	1056.3652	7631.9308
n-Pentane	234.48648	0.00182129	— 238.33315	27.100954	— 26.331285	6.9113511	27.754424	3812.7507
Nitrogen	— 97.737603	— 0.00258461	99.337475	— 3.4699952	1.8034094	2.1035230	— 175.32889	1328.7507
Carbon Dioxide	—2148.1044	— 0.03247804	2158.0185	— 32.659092	23.500269	1.1226034	—2183.3987	—5634.8344
Hydrogen Sulfide	305.06936	0.02924471	— 331.84312	122.49814	—109.40917	14.683351	354.57802	—3980.8001
Oxygen	—1603.6397	— 0.07842497	1605.4304	— 4.4938925	2.4830260	2.5403762	— 1693.5605	— 123.03033
Hydrogen	— 3.6634699	— 0.00000013	3.6816133	— 1.4810442	1.2269723	0.90628566	— 4.9243241	5.7488321
Air	226.44558	0.00381795	— 226.43284	4.3695016	— 5.7021826	3.5969247	111.92204	2592.4291

$$v = A_0 + A_1 \,\mathrm{Exp}\cdot\left(\frac{RT}{P}\right) + A_2 \,\mathrm{Exp}\,..\left(\frac{RT}{P^{1.5}}\right) + A_3 \sqrt[3]{\frac{RT}{P}}$$

$$+ A_4\sqrt{\frac{RT}{P}} + A_5\left(\frac{RT}{P}\right) + A_6\left(\frac{RT}{P}\right)^{1.5} + A_7\left(\frac{RT}{P}\right)^{2}$$

Where :

V molal volume in cubic feet per pound-mole.

A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, are constants characteristic for each gas. These constants were obtained by least squares methods. Table (1) shows the constants for individual gases.

T Temperature in degrees Rankine.

P Pressure in absolute pounds per square inch.

R Gas constant = 10.73185 for units employed here.

By employing the constants of Table (1) molal volumes may be computed for the twelve gases at conditions of each experimental observation, and the accuracy of the method judged accordingly.

The ranges of pressure and temperature for the twelve gases, along with the number of data points and the average absolute percent deviation from the experimental data for each gas are shown in table II.

The total number of data points employed to determine the constants in Table (1) is 1,393, and the overall average absolute deviation is 0.875 percent .

The volume calculated by the developed equation (1) are given in cubic feet per pound mole and may be converted into ml. per gram mole by multiplying by 62. 426.

A sample calculation of gas volume is as follows :

Determine the molal volume of i-butane gas at 340° F and 4,500 psia. From Table (1), the constants for i-butane are :—

A_0= 234.48648

A_1= 0.00182129

A_2= —238.33315

A_3= 27.1000954

A_4= —26.331285

A_5= 6.9113511

A_6= 27.754424

A_7= 3812.5252

Temperature = 340 + 460 = 800 °R

Pressure = 4.500 Psia

Substituting the above values in equation (1), the molal volume is found to be 1.9935 cu ft/lb. mole.

The experimental molal volume as reported in literature is 1.9890 cu. ft./lb. mole.

$$\therefore \left(\frac{\text{Calculated (V)} - \text{Experimental (V)}}{\text{Experimental (V)}}\right) \times 100 = \left(\frac{1.9935 - 1.9890}{1.9890}\right) \times 100$$

and the absolute deviation is 0.2282 per cent = 0.2282

VOLUMES OF GASES AT HIGH TEMPERATURES AND PRESSURES

By

Dr. HAMDI ALI EL-BANBI

Compagnie Orientale des Petroles d'Egypte

ABSTRACT

An empirical equation has been developed for predicting the volumetric behaviour of six hydrocarbon gases, five non-hydrocarbon gases and air over a wide range of temperature and pressure. The developed equation gives the volume explicitly and no trial and error solution is needed. This equation has

When compared with experimental values found in the literature, the average absolute deviation in the calculated molal volumes was found to be 0.875 per cent for 1,393 measurements on different gases. The gases studied were : methane, ethane. propane, n-butane, i-butane, n-pentane, nitrogen, carbon dioxide, hydrogen sulfide, oxygen, hydrogen and air.

INTRODUCTION

There are many equations of state in the literature. The ideal gas law is the simplest example. In general, the most accurate equations are also the most complex and laborious to use.

Van der Waals [1] proposed the first practical equation of state to improve upon the ideal-gas law. Several other investigators proposed modifications. Some recently presented papers [2,3,4] covered all modifications and presented new equations of state for various pure hydrocarbon and non-hydrocarbon systems and their mixtures.

The purpose of this research was to develop an empirical equation for molal volume calculation of hydrocarbon and non-hydrocarbon gases at high temperatures and pressure.

CORRELATION EQUATION

Experimental data on the pressure-volume-temperature relations were obtained from the literature [5,6,8] for the gases to be investigated. It was decided to use one system of units throughout this study. In the chosen system, the volume is expressed in cubic feet per pound-mole, the pressure in absolute pounds per square inch, and the temperature in degrees Rankine. Experimental information available in different units was converted to the above units.

The multiple regression techniques were used to obtain an empirical equation that would satisfactorily and explicitly describe the volumetric behaviour of gases as a function of temperatures and pressures. This research yielded the following equation :

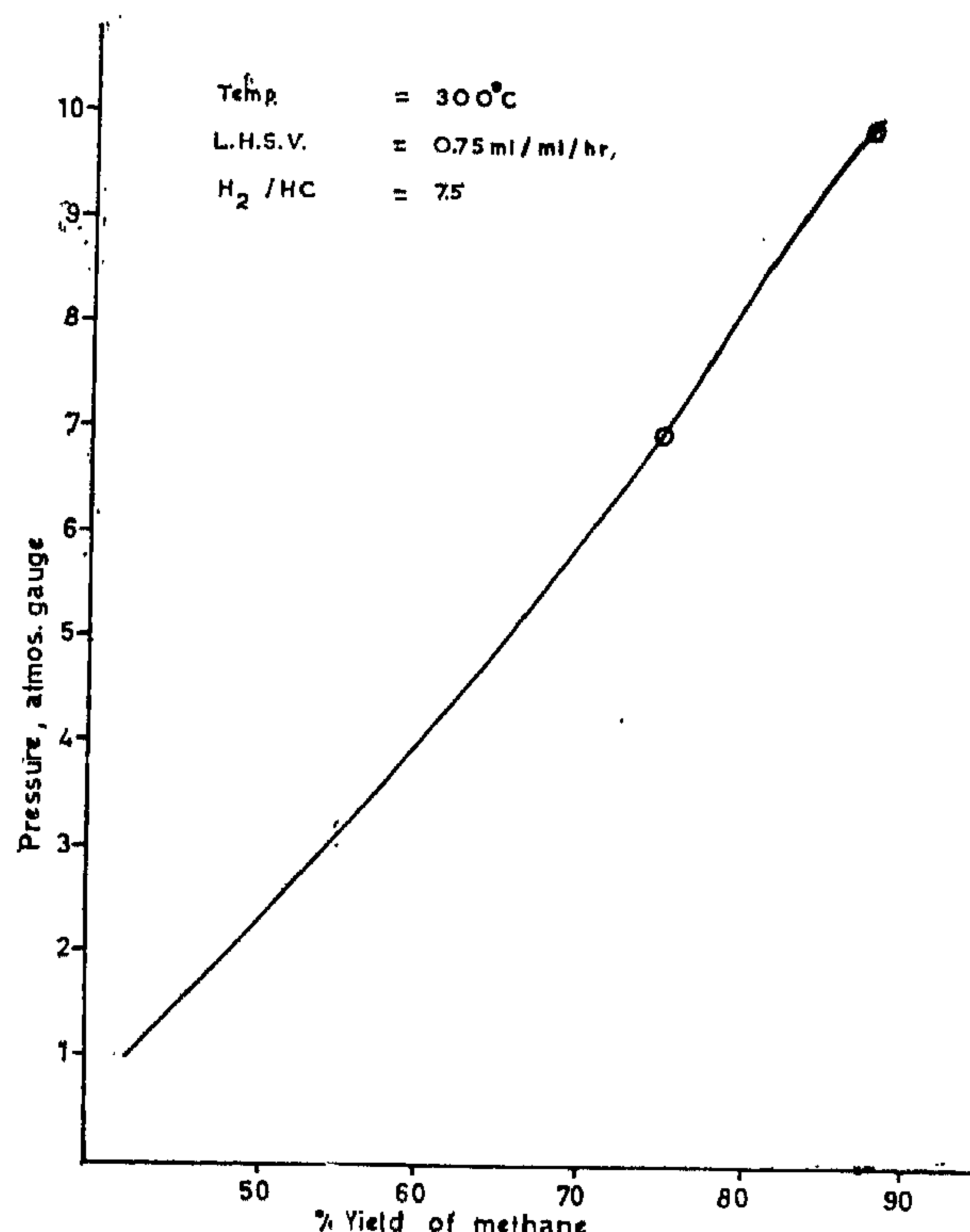


Fig.12. Effect of reaction pressure on % yield of methane on the 20% Ni. catalyst.

REFERENCES

1.—Roberts, A.L. and Ward, C.P., "Application of Modern Analytical Techniques in the Gas Industry", Report of the Gas Council, Part I (1961)

2.— Eley, D.D., "Advances in Catalysis", Academic Press (New York), Vol I (1948).

3.—Haensel, V., and Ipatieff, V.N., Ind. Eng. Chem., **39**, 853 (1947).

4.—Kemball, C., and Taylor, H.S., J. Amer. Chem. Soc., **70**, 345 (1948).

5.—Pier, M., Z. Electrochim., **53**, 291 (1949).

6.—Taylor, H.S., J. Amer. Chem. Soc., **61**, 503 (1939).

7.—Sabatier, P., and Senderens, J.B., Ann. Chim. et Phys., **4**, 435 (1905).

8.—Frey, F.E., and Huppke, W.F., Ind. Eng. Chem., **25**, 54 (1933).

9.—Lazier, W.A., and Vaughan, J.V., J. Amer. Chem. Soc., **54**, 3080 (1932).

10.— Matignon, C., King, A., and Florentin, D., Comp. Rend., **194**, 1040 (1932).

11.—Trapnell, B.M.W., "Advances in Catalysis", Academic Press (New York), Vol. lysis", Academic Press (New York), Vol. III (1951).

12.—Hoog, H., Verheus, J., and Zuiderweg, F.J., Trans. Fraday Soc., **35**, 993 (1939)

13.—Egloff, G., Hulla, G., and Kornarewsky, V.I., "Isomerisation of Pure Hydrocarbons", Reinhold (New York), (1942).

14.—Haensel, V., and Donaldson, G.R., Ind. Eng. Chem., **43**, 1881 (1951).

15.—Ciapetta, F.G., and Hunter, J.B., Ind. Eng. Chem., **45**, 147 (1953).

——O——

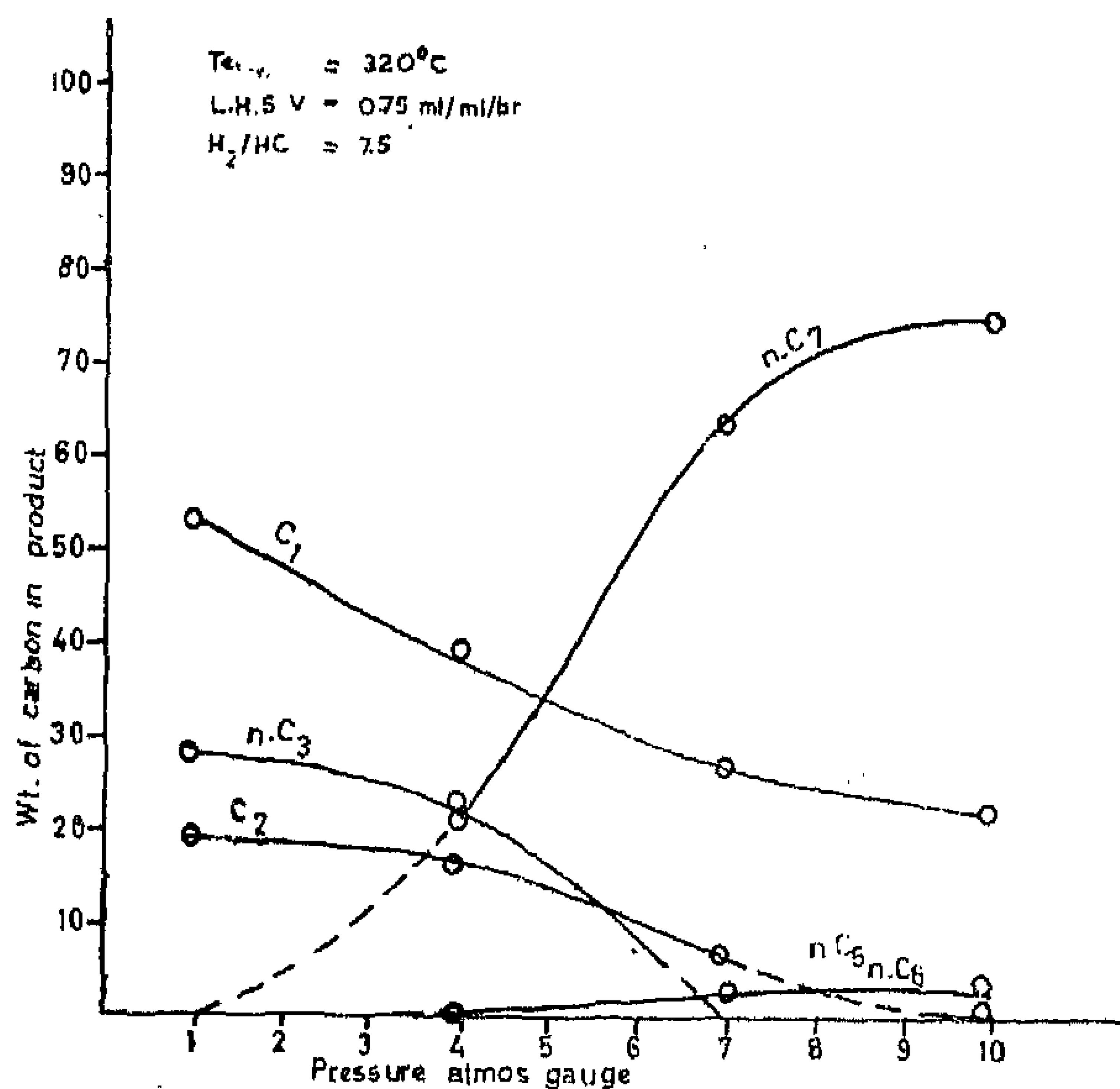


Fig 8 - Effect of reaction pressure on carbon distribution in product (20% Ni catalyst)

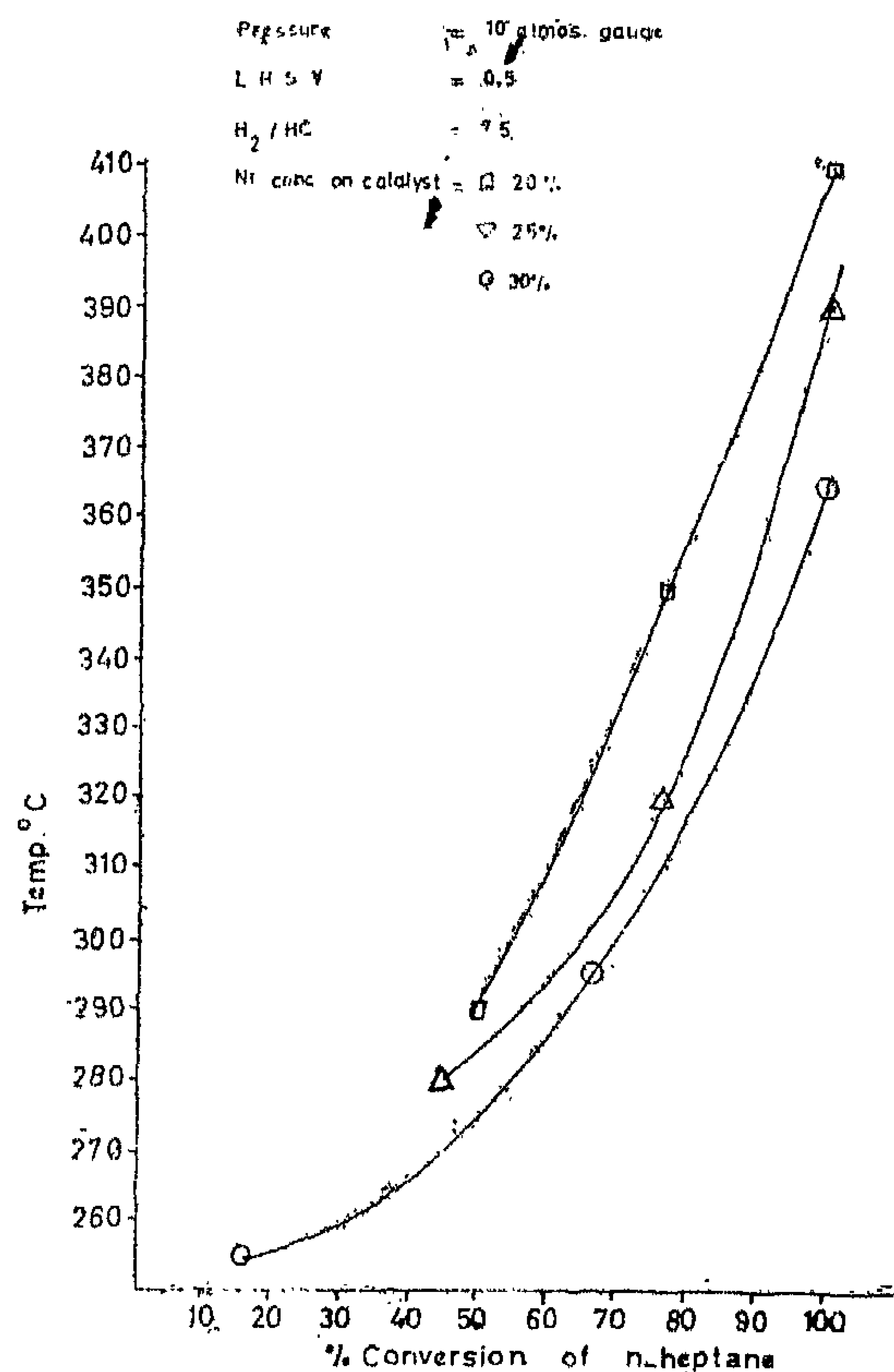


Fig.10 - Effect of reaction temperature on the % conversion of n-heptane.

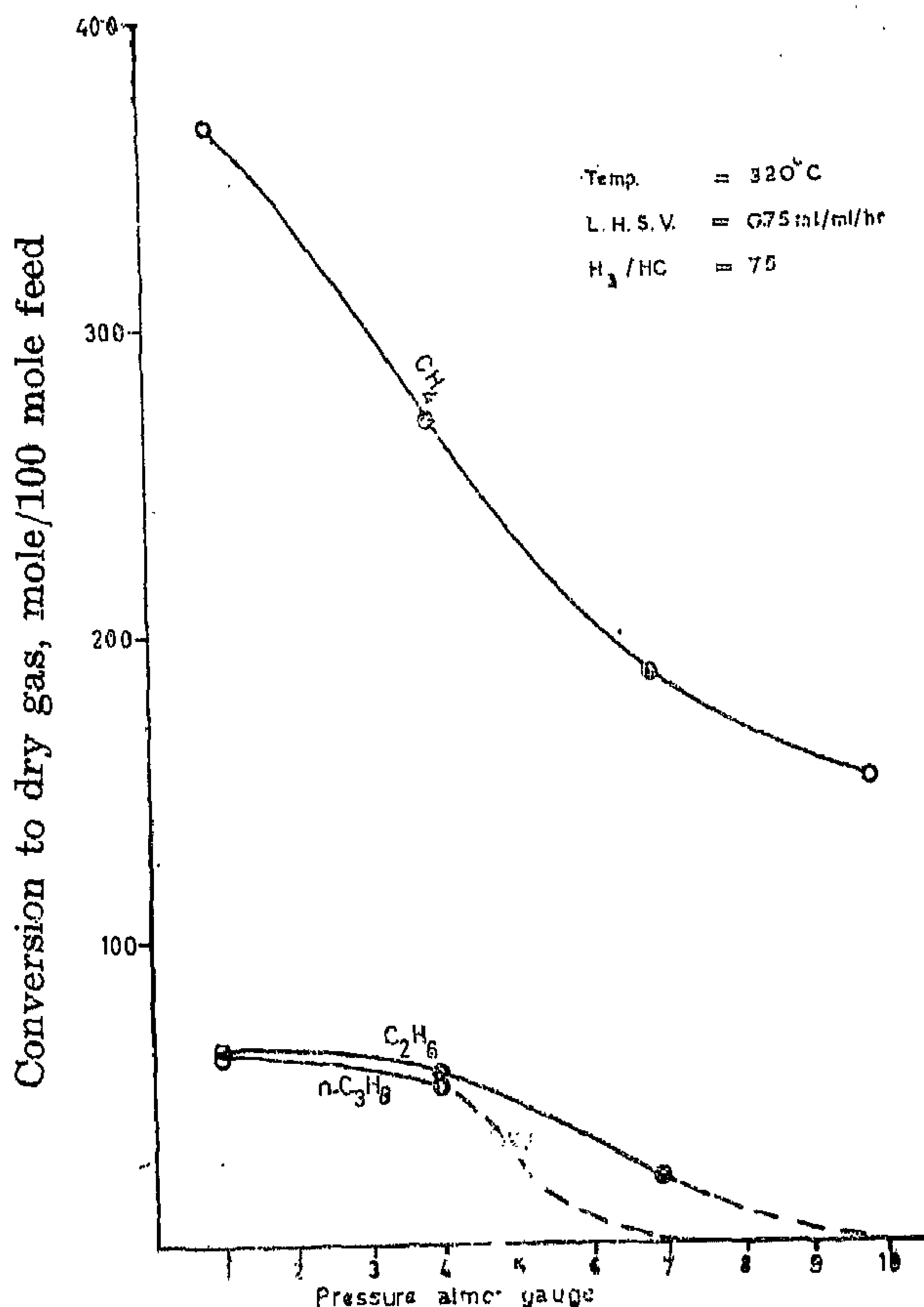


Fig. 9 - Effect of pressure on % conversion to "dry gas"

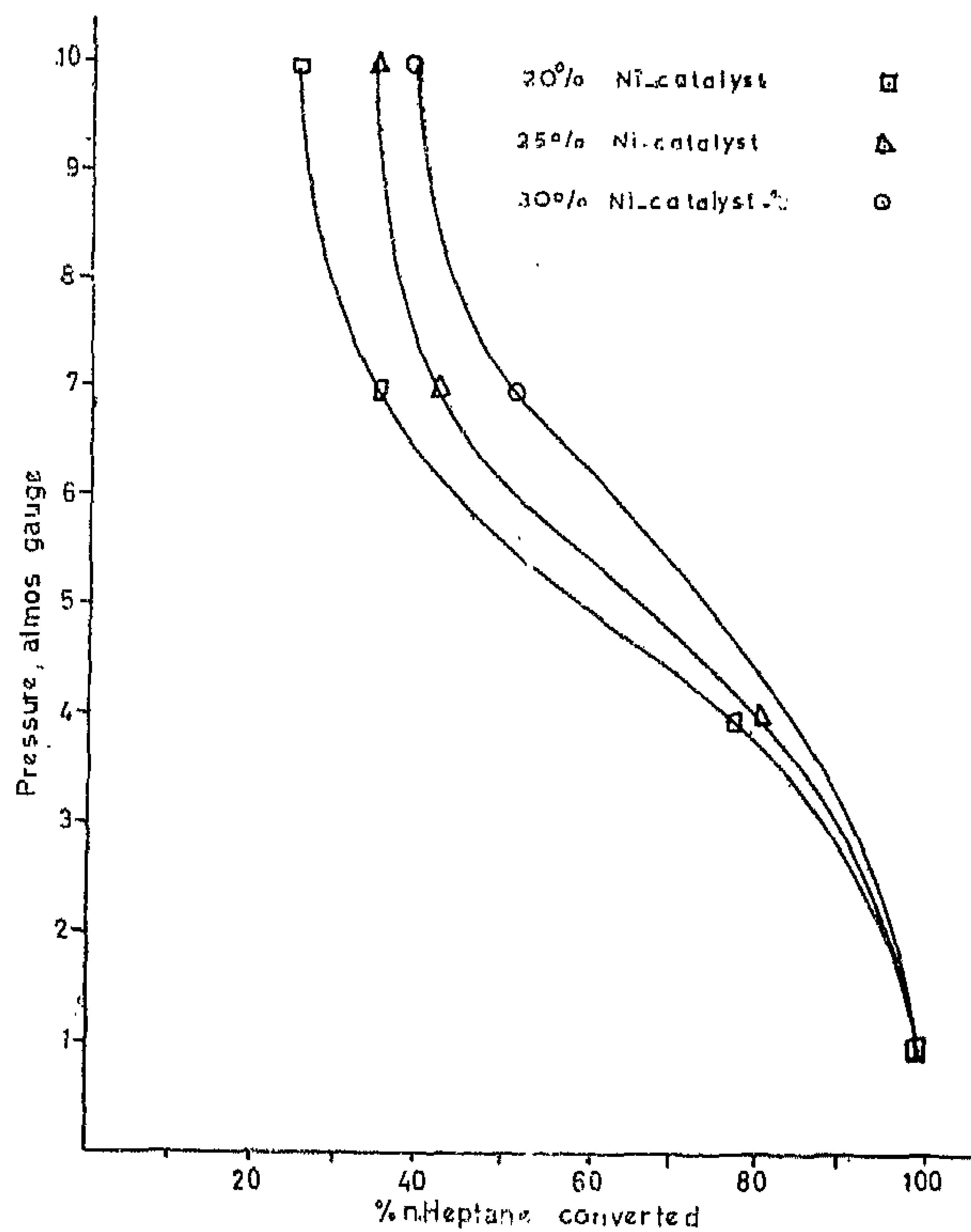


Fig.11 Effect of reaction pressure on % n heptane conversion at 0.75 L.H.S.V. and 300°C

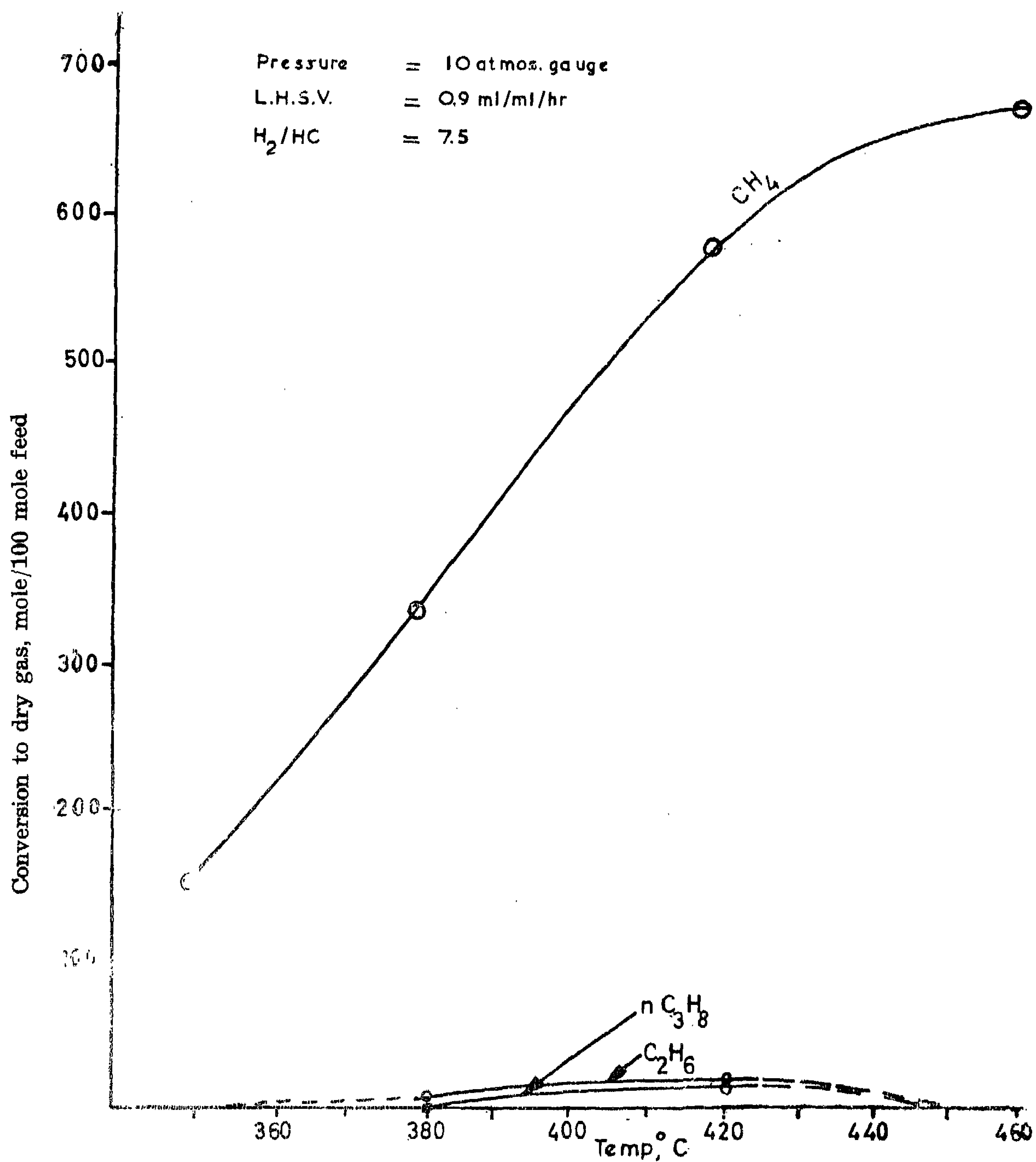


Fig 7. Effect of reaction temperature at 0.9 L.H.S.V., on the % conversion to dry gas (20% Ni-catalyst)

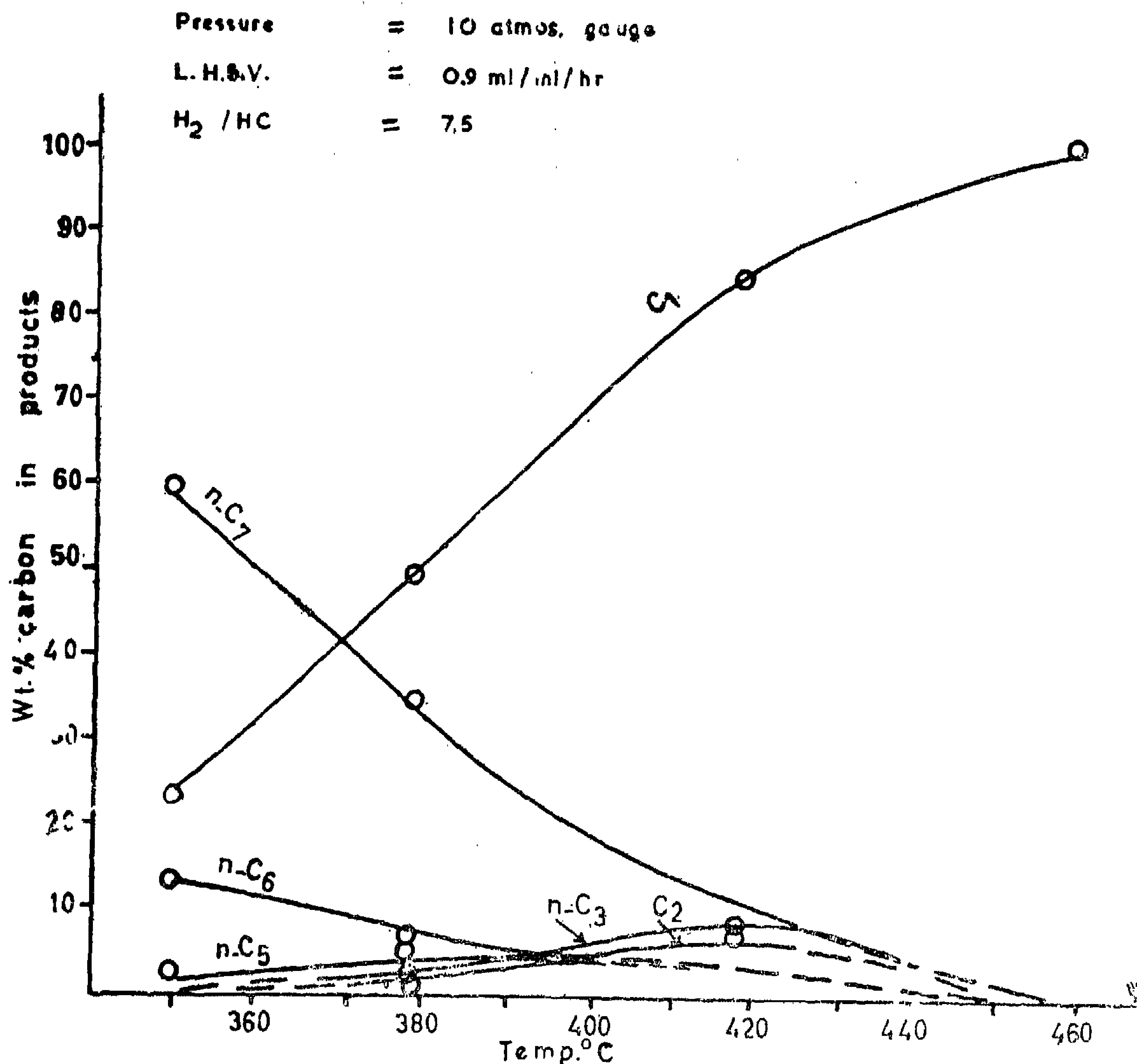


Fig. 6 — Effect of changing reaction temperature at 0.9 L.H.S.V. on carbon distribution in products (20% Ni-catalyst)

d.—The nickel concentration in the catalyst where increasing the nickel concentration increases the extent of reaction.

An interesting result of the reaction is that the percentage yield of methane gas increases, at the same conditions of temperature, L.H.S.V., and nickel concentration in the catalyst as the reaction pressure decreases, as seen in Fig. 12.

However, the results suggest that the catalytic hydrocracking of n-heptane to methane can be operated commercially at such a relatively low temperature as 356°C. in the presence of 30% nickel catalyst supported on silica-alumina. The hydrogen to hydrocarbon ratio is 7.5 to 1, i.e. 125% that required by stoichiometric ratio for the complete conversion of the hydrocarbon to methane.

The kinetics of the reaction and the effect of the hydrogen gas on the reaction are subject of further publication.

to methane was obtained at 10 atmos. gauge pressure and 0.5 L.H.S.V. at 410, and 365'C on the 20, 25, and 30% nickel catalyst respectively.

Fig. 10 and 11 show the effect of the nickel concentration in the catalyst on the percentage conversion of n-heptane.

CONCLUSION

The results suggest that the straight chain hydrocarbons react on the surface of nickel catalyst and in the presence of hydrogen to give simpler straight chain paraffins. The reaction is influenced by :

a.—The reaction temperature, where the percentage conversion to methane increase with increasing the temperature.

b.—The liquid hourly space velocity, where decreasing the L.H.S.V. increases the extent of reaction.

c.—The reaction pressure, where decreasing the pressure increases the percentage conversion of n-heptane.

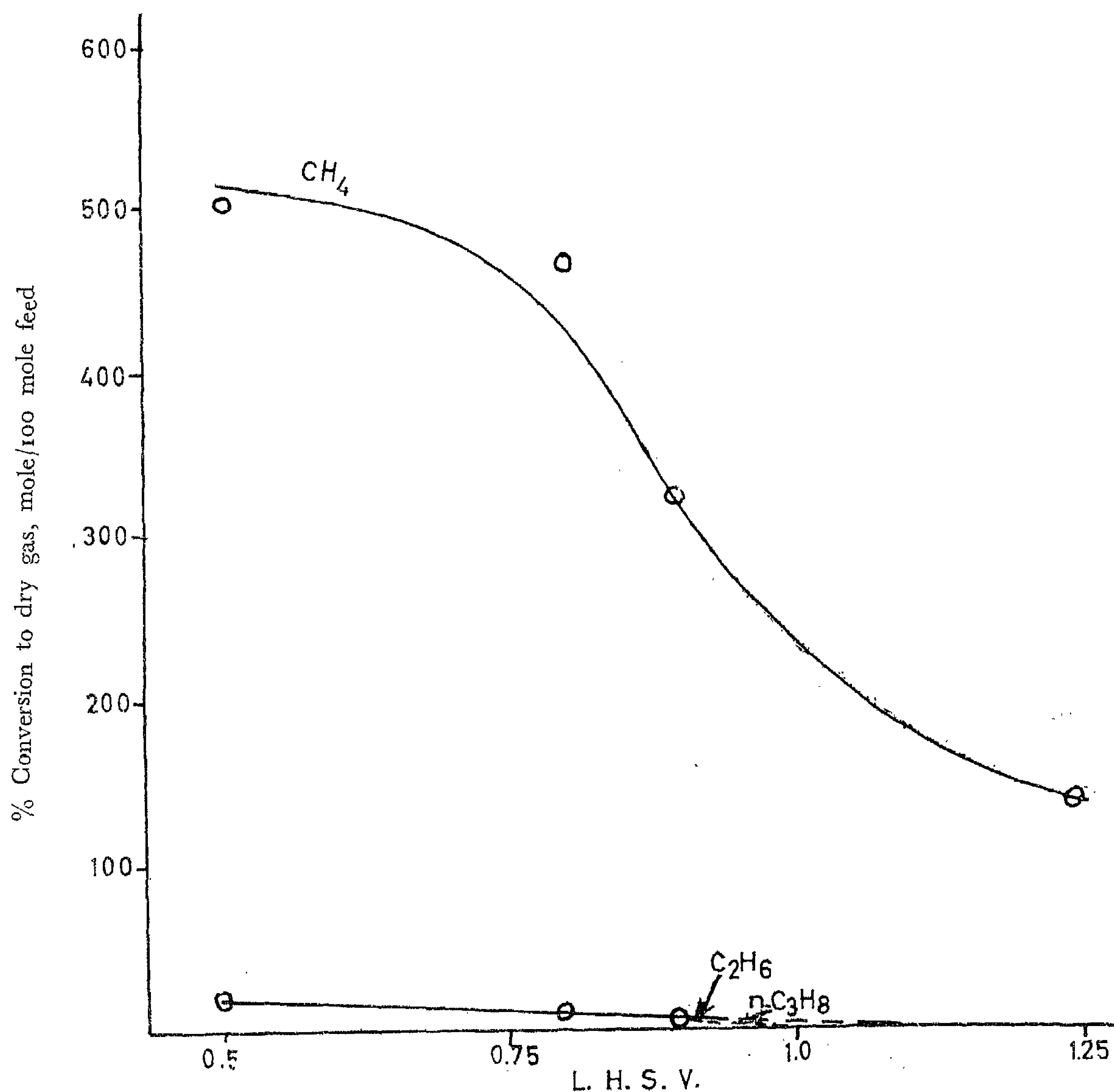


Fig. 5-Effect of changing L.H.S.V. on the conversion to "dry gas".

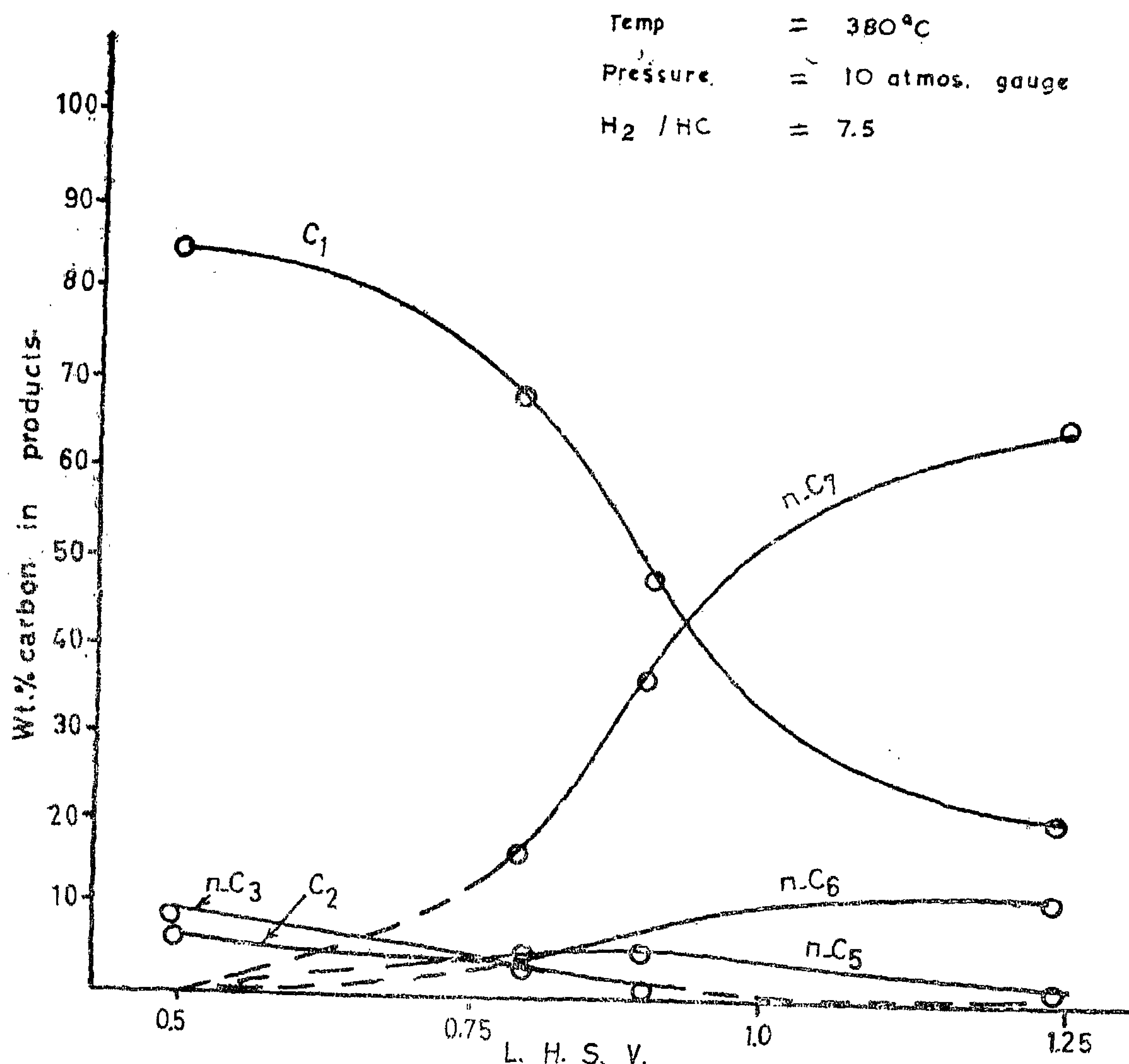


Fig. 4. Effect of changing L.H.S.V. on carbon distribution in products

(20% Ni-catalyst)

on the carbon distribution in products and the percentage conversion to dry gas.

At L.H.S.V. = 0.9 ml./ml. catalyst per hour the reaction temperature was increased till 460°C. where complete conversion of the n-heptane to methane was obtained. Fig. 6 and 7 show this graphically.

The effect of changing the reaction pressure on the hydrocracking reaction at 320°C. and L.H.S.V. = 0.75 ml./ml. catalyst per hour can be seen from Fig. 8 and 9, which show the carbon distribution in the reaction products and the percentage yield of dry gas.

The effect of changing the reaction temperature, L.H.S.V., and reaction pressure on the carbon distribution in the hydrocracking products and the percentage conversion to dry gases was also studied for the 25 and 30% nickel concentration catalyst. Both catalysts were found to have the same effect as the 20% nickel catalyst, but with an increasing intensity. For example, complete conversion of n-heptane

tration. The hydrogen used in all experiments was 25% more than that required by stoichiometry for complete conversion of the n-heptane to methane (i.e. hydrogen to n-heptane feed mole ratio equals 7.5:1).

RESULTS

Fig. 2 shows the effect of changing the reaction temperature on the catalytic hydrocracking of the n-heptane at 10 atmos. gauge pressure and L.H.S.V. = 0.5. The reaction emperature was varied from 290 to 410°C where the n-heptane was completely converted to methane.

Fig. 3 shows the effect of the reaction temperature on the percentage conversion to dry gas, i.e., methane, ethane and n-propane.

In studying the effect of changing the L.H.S.V. on the catalytic hydrocracking reaction of n-heptane, the reaction temperature and pressure were kept at 380°C. and 10 atmos. gauge, respectively. The L.H.S.V. was changed from 0.5 to 1.5 ml./ml. catalyst per hour. Fig. 4 and 5 show the effect of space velocity

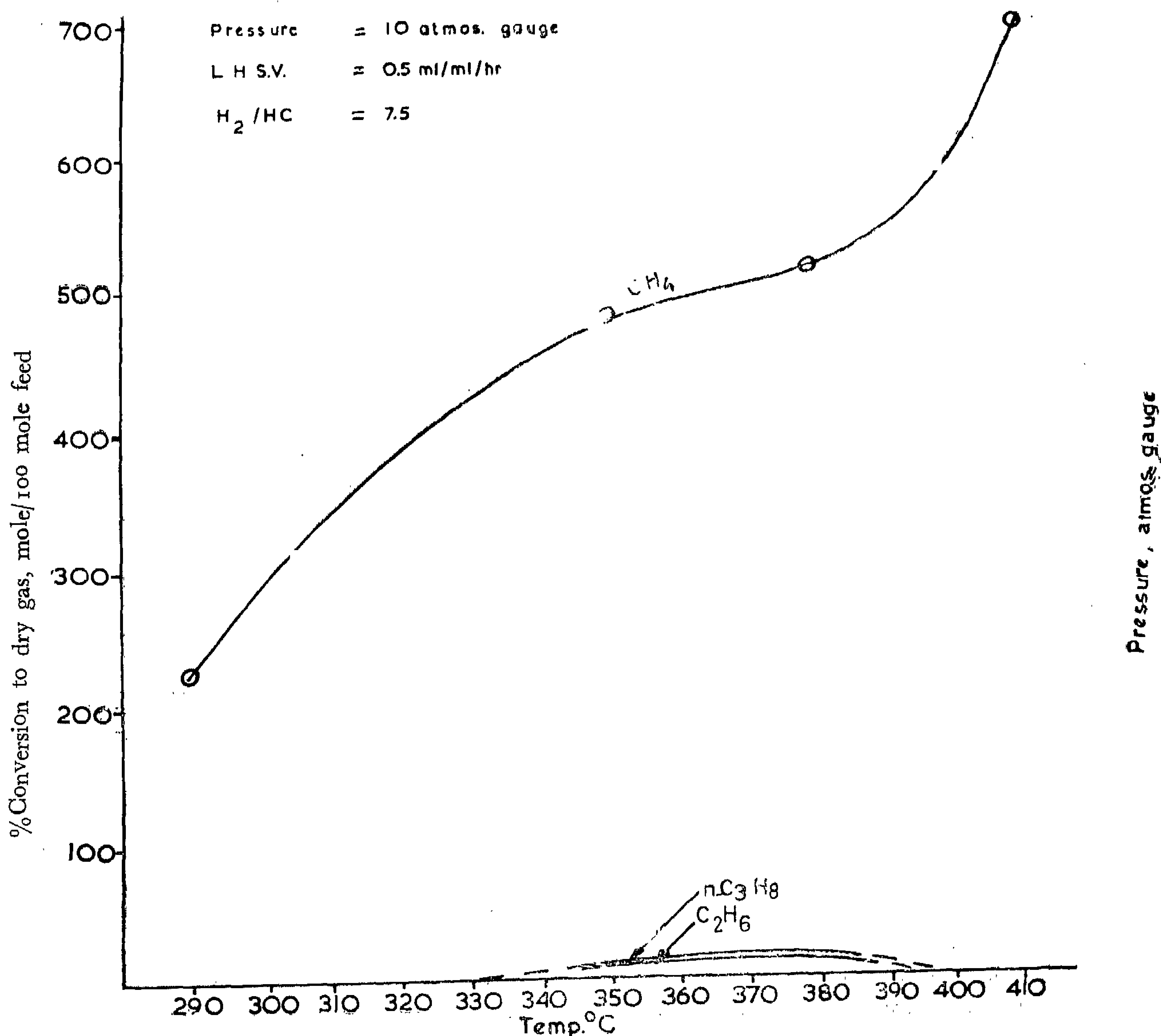


Fig. 3 - Effect of reaction temperature on the %conversion to "dry gas" (20% Ni catalyst)

and introduced to a gas chromatographic column connected to it. At the end of the test, the liquid products in the cold traps were added to the primary liquid product in the detachable glass receiver. The total volumes of the liquid and gas were recorded.

At the end of the test run the reaction conditions were changed (changing the temperature, the flow rate of the feed, or the pressure of the reaction). The conditions were adjusted during a further one-hour pretest period, then a second half-hour- test was made. This same procedure was used to make several test runs at different conditions but with the same batch of catalyst. The experimental results were found to be reproducible. The investigation of the catalyst surface after the runs, and the almost complete recovery of the feed hydrocarbon in the products, suggested that there was no carbon deposition on the catalyst surface.

The experimental results were obtained from a study of the effect of reaction temperature, reaction pressure, and feed flow rate on the hydrocracking of n-heptane on the surface of nickel catalyst of different nickel concen-

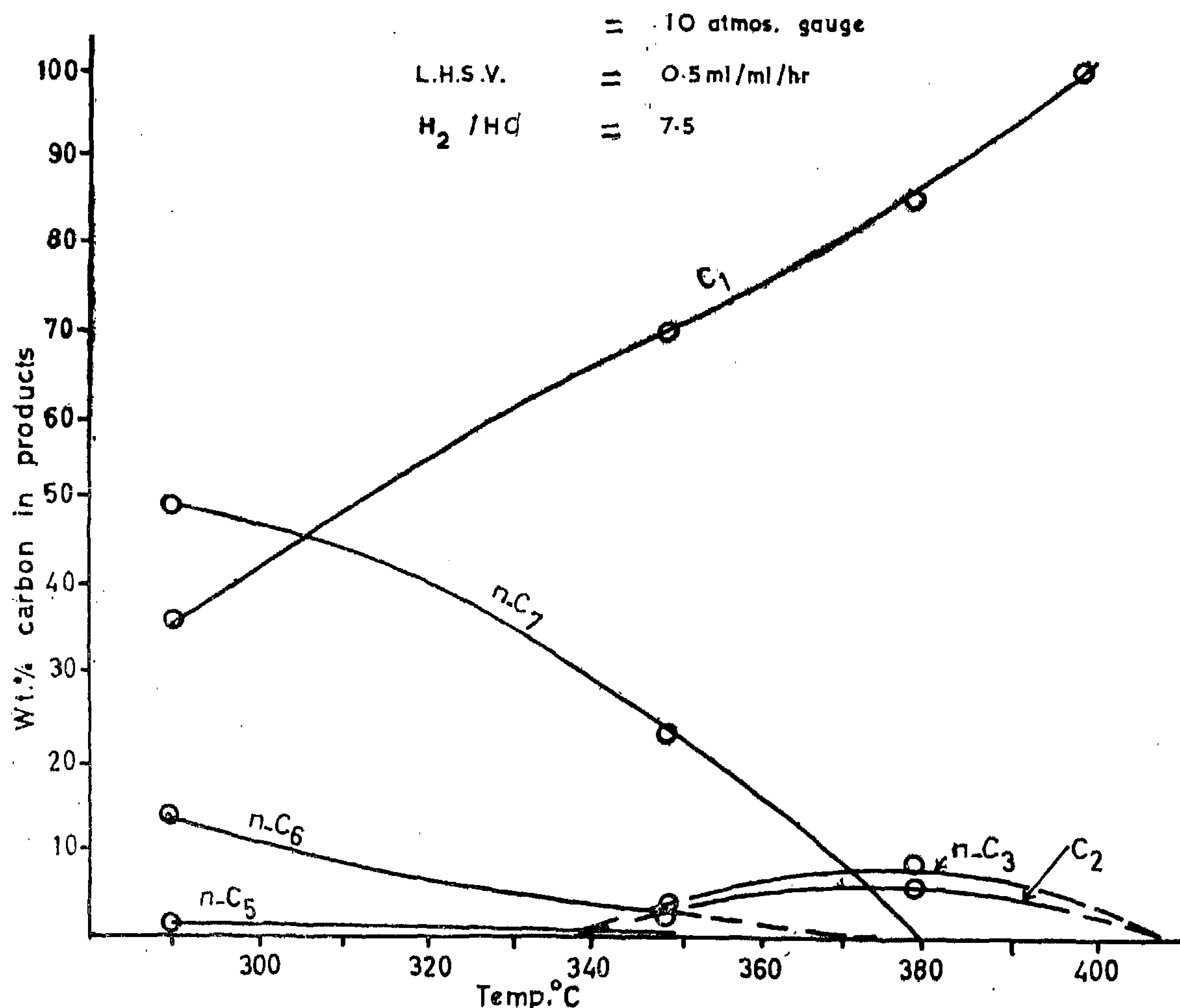


Fig. 2. Effect of reaction temperature on carbon distribution in products

(20% Ni-catalyst)

passed downwards through the bed of catalyst (80 ml.), fixed between two zones of silica chips. The upper zone not only caused the reactants to reach the reaction temperature, but it also produced turbulence and mixing in the flow. A piece of glass wool was placed at the outlet of the reactor tube to retain any fines from the catalyst which might be carried forward with the flow. The products from the reactor were cooled in the water cooled condenser and brought to atmospheric pressure by means of a needle valve situated immediately after the condenser. The liquid products were drained into a detachable glass receiver. The gaseous products flowed through traps, immersed in cold mixture of ice and sodium chloride at about -25°C, to retain any liquid hydrocarbon. The gases then passed through a heat exchanger at room temperature, a gas sampling valve, they were then saturated with water vapour, and metered by a wet gas meter before being discharged to the external atmos phere.

The furnace was separated into two heating compartments by a sheet of "Sidanyo" insulation. The smaller compartments at the top served to bring the reactants rapidly to the reaction temperature and was heated by a resistance coil wound over four silica formers which surround the reactor. The remaining lower part of the furnace constitu ted the constant temperature zone and was similarly heated by a larger coil. Each compartment was independently controlled, the former with a Variac and the latter by an Ether Transitrol temperature controller. The Ether Transitrol was sensed with a thermocouple located at the middle, outside the reactor tube. Another Chromel Alumel thermocouple was inserted into a 3/4″ O.D. thermowell, which extended inside the reactor into the hydrocracking zone and enabled a temperature survey to be made along the anulus of the reactor tube during the running of the experiment.

The reactor was made of Inconel tube (29″×1 3/8″×7/8″), with a top and bottom bolted flanges. The feed inlet was 1/16″ I.D. side tube.

Product analysis:

The liquid products were analysed on the Griffin and George gas chromatography unit with thermal conductivity detector. Two separate columns of squalane (6 ft. column of 20% squalane on fire-brick) and dinonyl phthalate (6 ft. of 20% dinonyl phthalate on firebrick). were used. Nitrogen gas was used as the carrier gas, and each column was calibrated in turn, under controlled conditions of analysis.

The hydrocarbon gaseous products were analysed by gas chromatograpy using the hydrogen flame detector. Nitrogen jas was used as the carrier gas, while the hydrogen required to maintain a flame at the jet was mixed with the carrier gas 3″ before the end of the chromatographic column. Two separate columns were used for the analysis, 6 ft. of 15% wt./wt. *β-β′* oxydipropionitrile and 5 ft. of 7.5% wt./wt. squalane supported on hydrargillite of grain size 0.1-0.15 mm. which was activated for 9 hours at 400°C.

Catalyst activation :

Prior to use the catalyst placed in the reactor was activated in a stream of hydrogen at atmospheric pressure for 12 hours at 450°C. with a hydrogen flow rate of 10 litres per hour.

After the catalyst had been activated, the reactor temperature was adjusted to the desired initial value and the unit was brought to the reaction pressure with hydrogen. The desired hydrogen flow was established and the feed pump was then started. The hydrocarbon was passed with the hydrogen over the catalyst for one pretest period (during which period the feed rates and temperature were carefully adjusted to the desired values). After removal of the liquid products, collected during this period, a half-hour test run was carried out. During the running of the experiment, gas samples were taken by the gas sampling valve

EXPERIMENTAL

Raw Materials :

The liquid hydrocarbon used as a representative of n-paraffin in the L.P.D. was n-heptane. It was supplied by the Esso Petroleum Co., Fawley, England and was found to be 100.0% n-heptane according to gas chromatographic analysis on dinonyl phthalate column at 68.5°C.

The hydrogen gas was supplied by the British Oxygen Co. Ltd. and was no further purified.

The catalysts used was nickel supported on silica-alumina. It was provided by Joseph Crosfield and Son Ltd., in the shape of cylindrical tablets 3/16" diameter and 5/32" thick consisting of finely divided nickel (in the unreduced state) precipitated on a silica-alumina support. Three different nickel concentrations were used, *viz.* 20, 25 and 30%.

Apparatus :

A flow diagram of the laboratory medium pressure catalytic unit used for the investigation of the catalytic hydrocracking process, Fig. 1, comprises the hydrogen and hydrocarbon feed systems, the mixing chamber, the reactor, liquid product recovery system, a gas sampling valve, and the product gas metering system.

The hydrogen gas, at constant pressure, was metered and fed to the mixing chamber near the top of the Inconel reaction tube where it was mixed with the hydrocarbon which had been displaced by water, at a rate which was controlled by a small displacement pump. The gas and the liquid feed then entered the top of the reaction tube through a side entry and

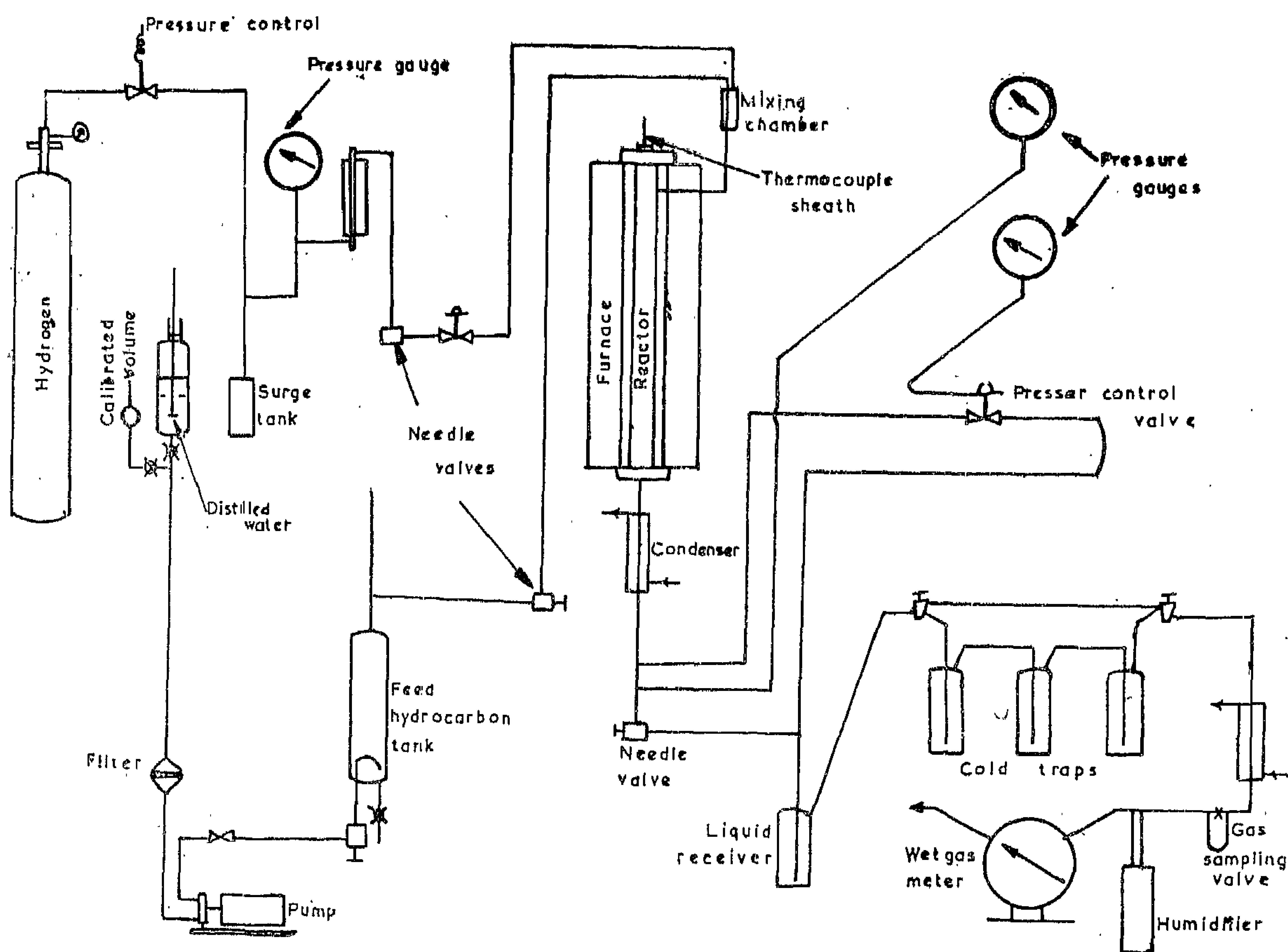


Fig. 1 Line diagram of apparatus

HYDROCRACKING OF SATURATED HYDROCARBONS IN PRESENCE OF NICKEL CATALYST.

I. Light Petroleum Distillates as Raw Materials in Gas Manufacture.

By

Dr. AIDA M. EL-KAYAR

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Alexandria University.

A review of recent developments in the gas industry indicates that in the absence of natural gas, liquid petroleum fractions can be converted into gaseous fuels. Nowadays, the oil companies have a surplus of the light petroleum distillates (L.P.D.), due to the new outlets for the heavier fractions which have been found. The composition and physical characteristics of the L.P.D. vary considerably with different deliveries but it generally contains a high portion of hydrocarbons of the paraffin series (about 40%)[1].

The subject of the present work is to investigate, taking n-heptane as a representative of the n-paraffins, a new approach for the catalytic hydrocracking of the L.P.D. to :

a.—Obtain methane as the major product.
b.—Eliminate carbon deposition, and
c.—Minimise liquid products.

An important aspect of a catalytic hydrocracking reaction is that the catalyst increases the rate of decomposition and the presence of hydrogen supresses coke formation. As a result the cracking components of the catalyst continue to function at near maximum activity. Thus by choosing a catalyst which can catalise hydrogenation as well as cracking reactions, high activity and selectivity for the hydroracking process can be obtained.

Several investigators have shown that in the presence of dyhrogenation catalysts such as nickel or platinum, saturated hydrocarbons undergo :

(a) exchange reaction with deuterium[2].

(b) hydrocracking to lower molecular weight hydrocarbons in the presence of hydrogen [3,4,5,6].

(c) cracking to methane, hydrogen and carbon[7].

(d) dehydrogenation to alkenes and aromatics which includes dehydrogenation of C_2 to C_5 alkane's to alkenes[8,9,10] dehydrogenation of C_6 **cyclo**-alkanes to aromatics[11], and dehydrocyclisation of alkanes with six or more carbon atoms to aromatics[12], and

(e) Isomerisation of alkyl-**cyclo**-pentanes to **cyclo**-hexanes and normal alkanes to **iso**-alkanes in the presence of hydrogen[13,14].

Ciapetta *et al.*[15] have used 4-6% Ni-catalyst supported on silica-alumina for the catalytic isomerisation of n-paraffins. They have found that the conversion of n-hexane commences at 300-310°C and increases with increase of temperature. The conversion decreases with increase of liquid hourly space velocity (L.H.S.V., i.e. volume of liquid hydrocarbon per volume of catalyst per hour) and the total reaction pressure. At 330°C, atmospheric pressure and 0.5 L.H.S.V. the products of reaction were predominantly methane.

LIST OF SYMBOLS

X_o	: Length of path in the hydro-resistance
n_n	: number of sections
Φ_n	: hydro-resistance in the nature for the upper equifer
$\Phi_{n, n+1}$	: hydro-resistance in the nature between two adjacent section.
$\rho_{n. n+1}$	: hydro-resistance on the integrator which is connected between the peizometers n, n—1.
H	: head of ground water
H_n, H_n+1, H_{n-1}	: head of ground water in peizometers n, n+1, n—1.
h	: thickness of water bearing
ho	: mean thickness of water bearing
h_n	: heigh of water in the hydro-vessels (n)
W	: intensity of infilteration
a	: hydraulic diffusivity = T/S
S	: storage coefficient
T	: transmissivity of the aquifer = K.m.
K_1	: coefficient of permeability of the upper layer
K	: coefficient of permeability of the lower layer
$\triangle x$, $\triangle y$	: width of the section in x & y direction
$\triangle x'$, $\triangle x'$	: the distance between the centre of gravity of the two sections in x & y directions
V_n	: volume of water in the section n fore 1.0 m breadth
w_n	: cross sectional area of the hydro-vessel
$\triangle H_n$	: change of head in nature
$\triangle h_n$	: change of height of water on the integrotor
Q	: discharge of ground water in nature
q	: discharge of water from the integrator
S_h	: Scale of height
S_q	: Scale of discharge
S_v	: Scale of volume
S_t	: Scale of time
t_1	: minimum given time for which we want to determine the cone of depression
t_2	: as t_1 but for the maximum time
F_n	: the cross sectional area of each division
R_1, R_2	: the radii of each division from the center of the pumped well
R'_1, R'_2	: the distance from the center of the pumped well to the centre of gravity of each division.
m'	: thickness of the upper layer
m	: thickness of the lower layer
$\triangle h_n$	: drop of head from the tank during the test.
H_m	: the head of water on the integrator from the tank
L	: volume of water of inner part of the focet
Z	: number of revolutions of the motor,

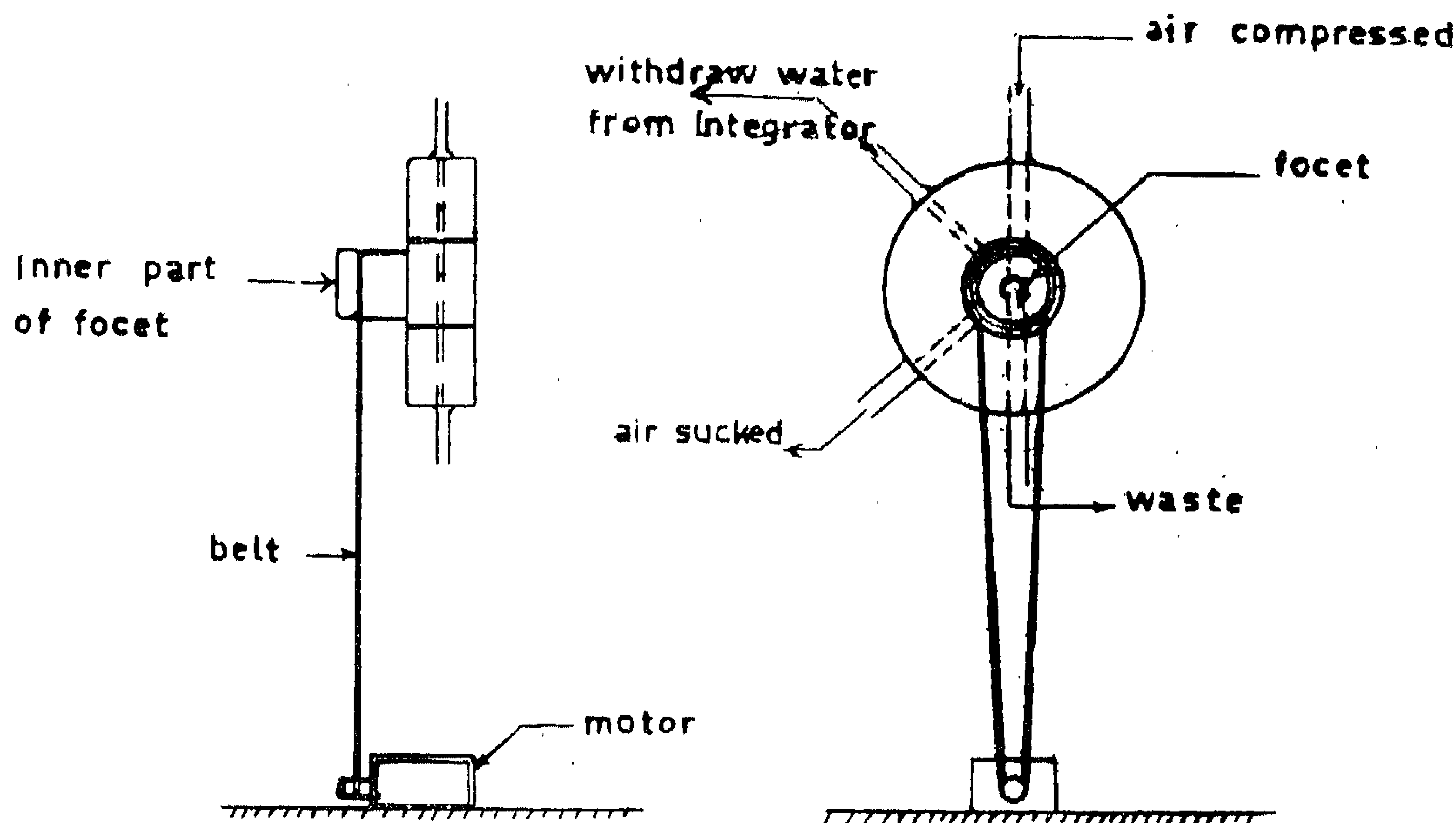


Fig. 8 SKETCH SHOWING WITHDRAWAL OF WATER FROM THE INTEGRATOR

CONCLUSION

As it has been mensioned before, it can concluded that by the method of the hydro-integrator can solve some problems which is difficult to solve analytically or by another type of models. The solution of radial flow problems in two layered aquifer is suggested in this paper is usefull specially if there are complicated boundry conditions as in the case of a river or a dyke situated in the zone of the influence of the well.

However this type of model is widely used in the Soviet Union. It is hoped that this type of model will be available at the Desert Institute.

ACKNOWLEDGEMENT

The writer wishes to express his appreciation and thanks to Dr. Shestakov V.M., of the Moscow State University, under whose supervision this work has been carried out.

REFERENCES

1. Lukianov, V.C. Using the hydro-analogy in scientific research problems, Teckn. in the Railway (in Russian).
2. Rofail, N.H. The Hydrological conditions, resources and reserves of the ground water in the Nile Delta and in the adjacent area, El Tahrir. Ph.D. Thesis deposited Moscow State University, 1963 (in Russian).
3. Shestakov, V.M. Using the method of resistance for solving the flow system problems towards wells, GOCSTROYIZDAT, 1962 (in Russian).
4. Vevorevskaya, M.A. and Kravitchenko I.P. and Roumancev C.A. Methods of analogy for calculating the flow system, Moscow State University, 1962 (in Russian).

$$S_q = \frac{Q_{nat}}{q_{integ.}} = S_h \frac{\varrho_{n,n-1}}{\Phi_{n,n-1}}$$

The quantity of withdraw of water from the integrator is so small therefore one of these two methods can be used ;

1) **Recharge water** :— instead of discharging water from the well, it can be recharged to the well by a hose and a focet on the hose to control the flow to the integrator. The tank of water from which the water is flowing to the integrator must be put on high place and its capacity must be so big that the drop in level from the tank during the period of the test on the integrator must not be more than h_m where

$$\frac{\Delta h_m}{H_m} \text{ not greater than } 0.5\ \%$$

By this method a constant flow of water through the period of the test[2] is available. (Fig. 6).

2) **Discharge water**:— this method is more accurate. It is achieved by pumping water from the integrator by a focet. The inner piece of the focet has a cylindrical orifice, and the outer piece of the focet has four orifices. The first one is connected by the integrator, the second by air compressor, the third by air sucking and the last to the waste[2] (see Fig. 8)

The inner part of the focet is connected by a motor, its velocity can be controlled by a small gear box or by on electrical resistance. The rate of pumped water depends upon the velocity of the motor and its quantity = 2LZ.

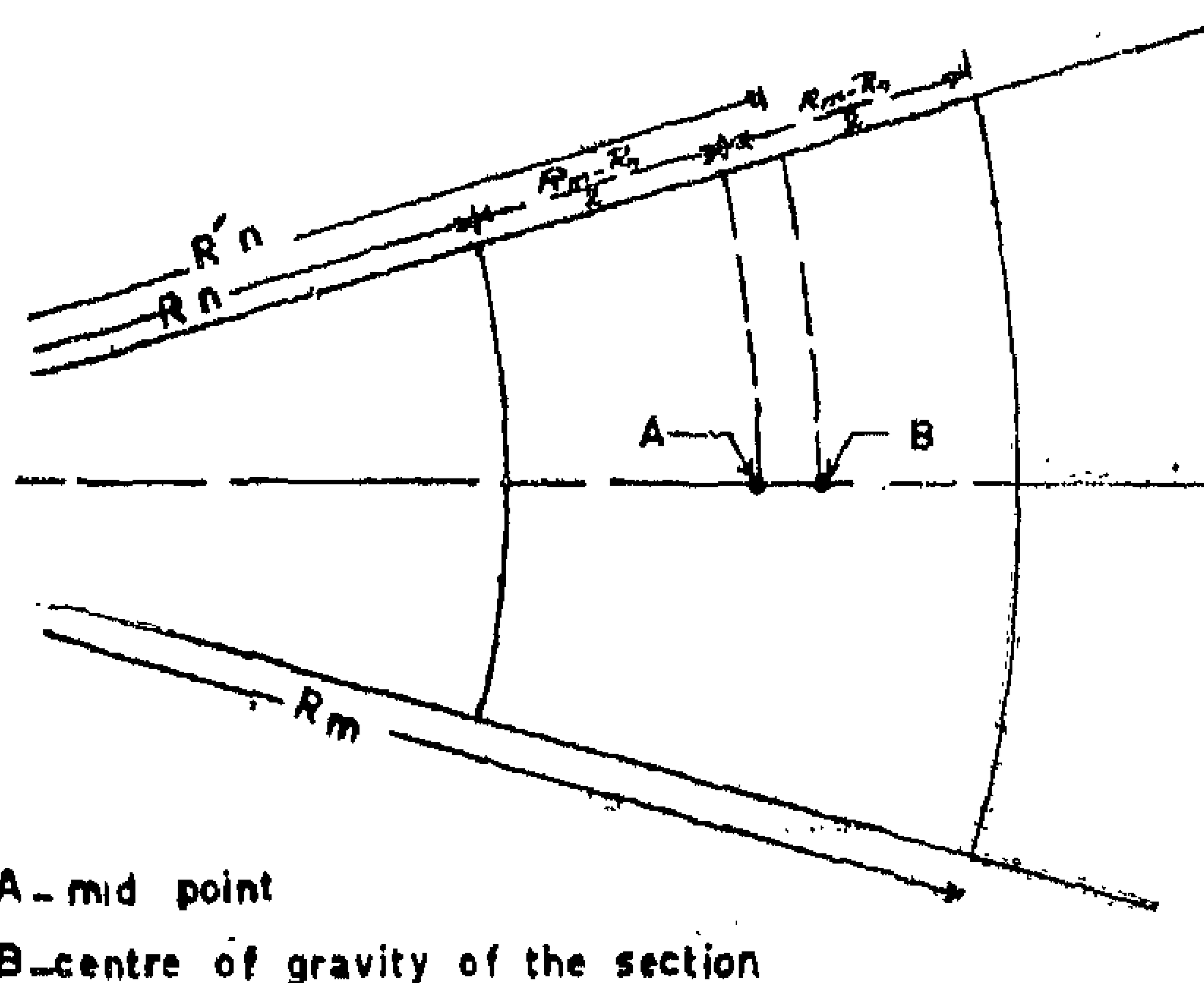


FIG. 6 DIAGRAM SHOWING THE DETERMINATION OF CENTRE OF GRAVITY OF ANY SECTION

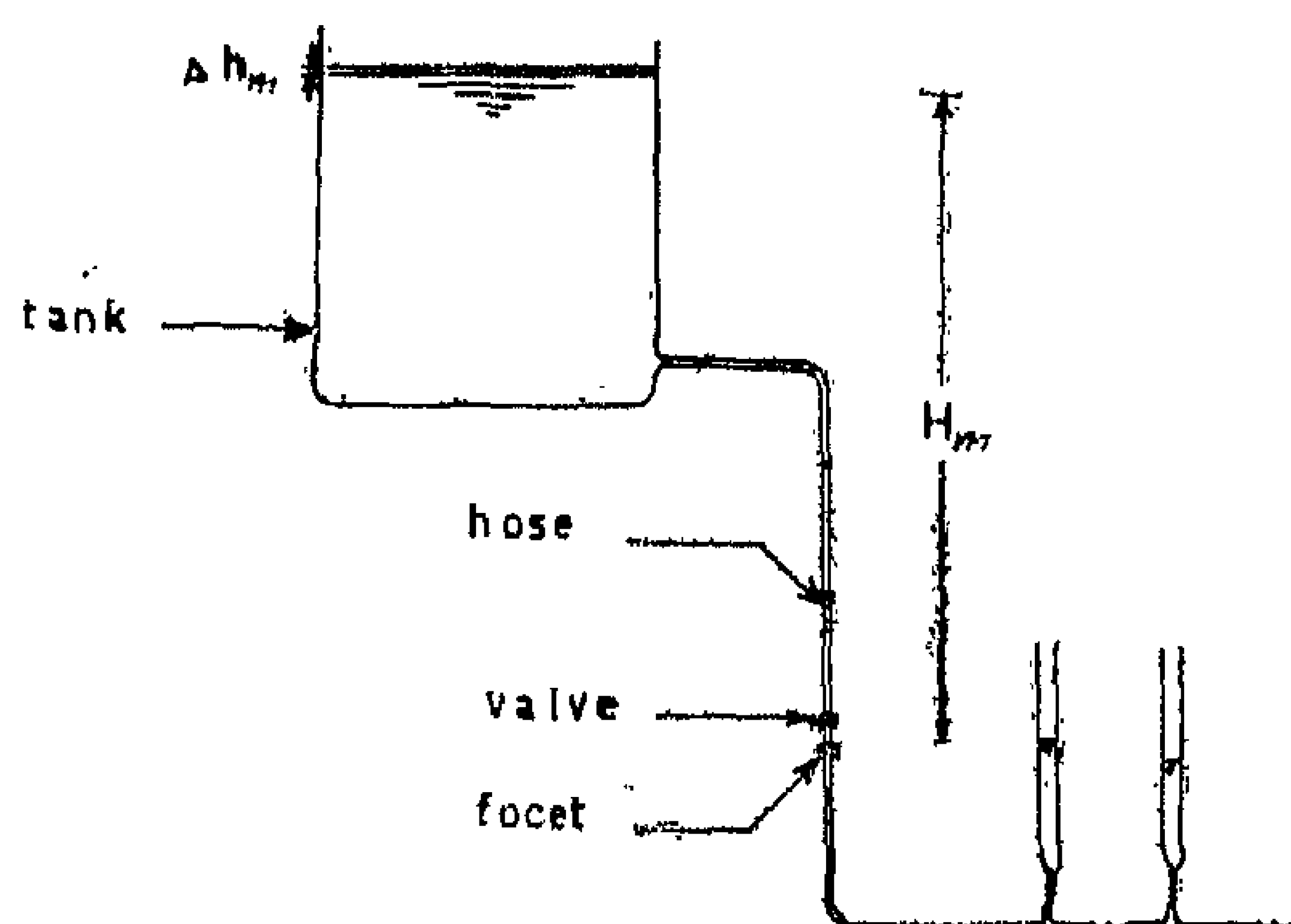


Fig. 7 SKETCH SHOWING THE SYSTEM OF RECHARGE OF WATER TO THE INTEGRATOR

a — scale of height $S_h = \frac{H_{nat.}}{h_{integ.}}$

b — scale of time $S_t = \frac{T}{t} = \frac{v_n \Phi_{n,n-1}}{w_n \varrho_{n,n-1}}$

c — scale of discharge $S_q = \frac{Q_{nat}}{Q_{int}} = S_h \frac{\varrho_{n,n-1}}{\Phi_{n,n-1}}$

d— The resistances of the model :—

There are two types of resistances in this problem; resistance of the upper layer and resistances between the centre of gravity of the divisions.

For determining the resistance of the upper layer, the following formula can be used:

$$\Phi_1 = \frac{m_1}{k_1 F_1} \quad \text{day/m}^2 \qquad (27)$$

To determine the value of the hydro-resistance between the centre of gravity of the divisions.

$$\Phi_{1-2} = 2.3 \frac{1}{2T} \lg \frac{R_1}{R_2} \qquad (28)$$

The value of the time scale can be determined by means of the values of the hydro-resistances and the hydro-vessels.

$$S_t = \frac{c_n \Phi_{n,n-1}}{w_n \varrho_{n,n-1}}$$

e) The discharge of the model.

The determine the discharge of water from the integrator

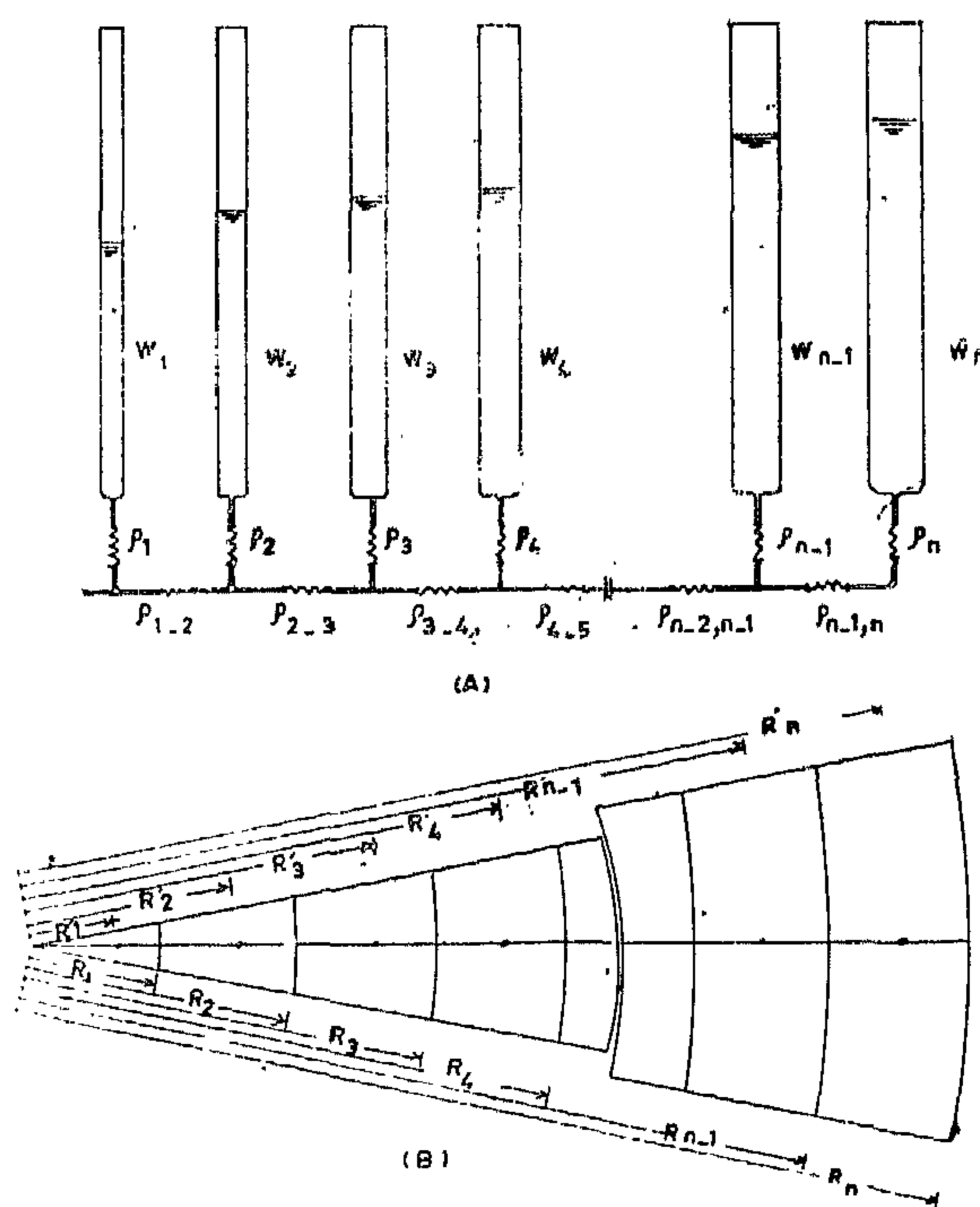


Fig 5 THE PRINCIPLE SCHEME FOR THE HYDRO-INTEGRATOR

II.—STUDY OF RADIAL FLOW IN TWO LAYERED AQUIFER ON THE HYDRO-INTEGRATOR

1.—The scheme principle for the radial flow in two layered aquifer.

For solving radial flow problems by the hydro-Integrator the current practice is to consider a radial sector divided into (n) divisions. Each division is represented by a hydro-vessel, of value w_n connected by a hydro-resistance ρ_n, representing the effect of the upper layer on the lower one during pumping.

Another hydro-resistance $\rho_{n,n-1}$ is connected between each two hydro-vessels representing the effect between each two divisions[2] (Fig. 5).

2.—Steps of computing the radial flow problem on the hydro-integrator.

a— Determination of maximum and minimum radii (R_1 , R_n) for the sector under consideration.

The minimum radius R_1 is determined by the following formula ;

$$R_1 = 0.25\sqrt{at_1} \qquad (19)$$

and the maximum radius Rn is determined by the following formula ;

$$R_n = 3\sqrt{at_2}$$

therefore for distances greater than Rn the aquifer is considered as an impervious layer.

b— Calculation of the value of the hydro-vessels ;

The volume of water in each division for 1.0 m height is given by ;

$$v_n = S.F_n . 1 \qquad (21)$$

for the first division $F_1 = \pi R_1^2 \qquad (22)$

for the second division $F_2 = \pi (R_2^2 - R_1^2) \qquad (23)$

The cross section of the hydro-vessels must be proportional to the volume of water in the divisions for one metre height, i.e.

$$\frac{v_1}{w_1} = \frac{v_2}{w_2} = \frac{v_3}{w_3} = \frac{\Sigma v_n}{\Sigma w_n} \qquad (24)$$

Considering that the volume of water is concentrated in the centre of gravity for each division. Therefore the first division is considered as a triangular and its centre of gravity is located at a distance of 2/3 R_1. For the rest of the divisions they are considered trapeziums (Fig. 6). For determining the centre of gravity of each division the following formula can be used [3].

$$\Delta r_n = \frac{(R_m - R_n)2}{6(R_m + R_n)} \qquad (25)$$

$$R'_n = R_n + \frac{(R_m - R_n)}{2} + \frac{(R_m - R_n)^2}{6(R_m - R_n)} \qquad (26)$$

c— The scales of the model.

In this problem we have three scales for the model.

$$\text{d} - \quad S_v = \frac{C_n \; H_n}{w_n \; h_n} = \frac{C_n}{w_n} \; S_h \quad \ldots \quad (14)$$

$$\frac{S_v}{S_n} = \frac{C_n}{w_n} \quad \ldots \quad (15)$$

These relations govern the choice of the scales, which represents the analogy between the flow through the integrator and the corresponding flow through nature.

4.—*Hydro-Resistor Assemblages*

In unidimensional problems the flow passes through a hydro chain consisting of hydro-vessels each connected to two hydro-resistances (Fig. 4.a).

Where as in the two dimentional problems each hydro-vessel is connected with four hydro-resistances. (Fig. 4.b) i.e. the area is divided into square sections. The volume of water for each section for 1.0 m height will be.

$$V = S. \; \triangle X. \; \triangle y. 1 \quad \ldots \quad (16)$$

and the hydro-resistance for each section can be determined for each direction x & y as follows.

$$\Phi y = \frac{\triangle X}{kh \triangle y} \quad \text{in y direction} \quad \ldots \quad (17)$$

$$\Phi y = \frac{\triangle y}{kh \triangle X} \quad \text{in y direction} \quad \ldots \quad (18)$$

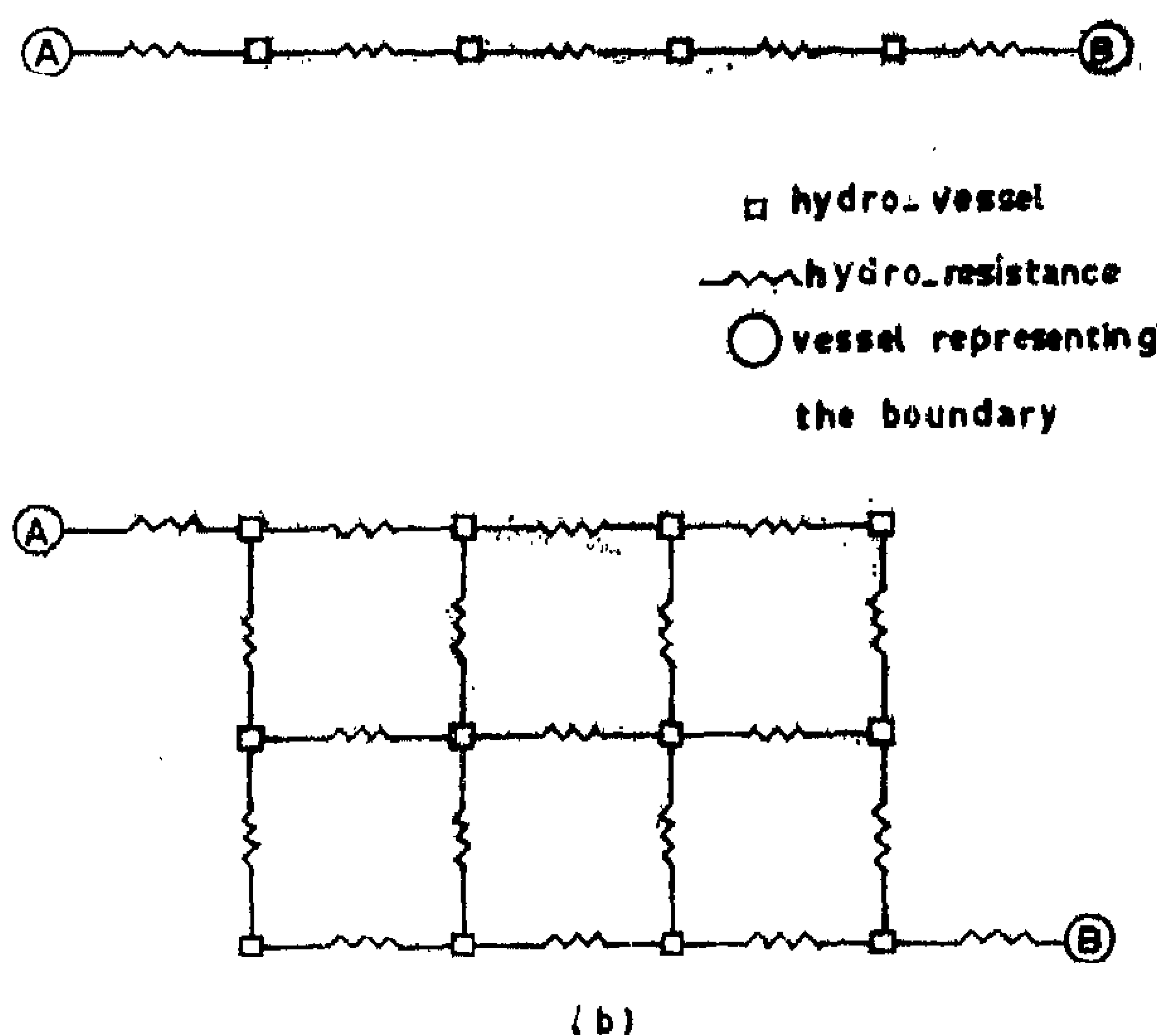


FIg. 4 DIAGRAMMATICAL SKETCH SHOWING HYDRO-RESISTOR ASSEMBLAGES FOR (a) ONE DIMENSIONAL FLOW (b) TWO DIMENSIONAL FLOW.
(Taken from Veverovskay M.A. 1962)

2.—*The analogy between nature and integrator ;*

Considering a cross section of 1.0 m breadth in the direction of the flow, divided into (n) sections of (ΔX) width each, the volume of water in each section (v_n) can be represented on the integrator by a hydro-vessel of cross sectional area (w_n). The resistance between the sections in nature (Φ) can be represented by a hydro-resistance (ϱ), and the flow in nature from one section to another can be considered by a corresponding discharge from one peizometer to another[1]. (see Fig. 3).

In nature :

$$Q = k \frac{H_{n+1} + H_n}{2} \cdot \frac{H_{n+1} - H_n}{\Delta X} \cdot 1$$

$$= \frac{1}{\Phi_{n+1,n}} \cdot (H_{n+1} - H_n) \cdot 1 \qquad \ldots \qquad (7)$$

$$\text{and} \quad \Delta Q = S \cdot \Delta X \cdot 1 \cdot \Delta H_n \qquad \ldots \qquad (8)$$

On the integrator

$$q = \frac{1}{\varrho_{n+1,n}} (h_{n+1} - h_n) \cdot 1 \qquad \ldots \qquad (9)$$

$$\text{and} \quad \Delta q = w_n \cdot \Delta h_n \qquad \ldots \qquad (10)$$

3.—*The different scales of the integrator and the relations which determine these scales.*

For representing any problem on the integrator, four scales should be considered :

a) Scale of height S_h :—relation between the head of ground water in nature (in meters) and the height of water in the hydro-tubes in the integrator (in cms.) (S_h m/cm).

b) Scale of discharge Sq :— relation between the discharge of flow in nature (m^3 / day) and the discharge of water in the integrator (cm^3/minute) (Sq $\frac{m^3/day}{cm^3/min}$).

c) Scale of volume S_v :— relation between the volume of water in the voids in nature (m^3) and the volume of water in the integrator cm^3 (S_v $\frac{m^3}{cm^3}$).

d) Scale of time S_t :— relation between the elapsed time in nature (day) and the elapsed time on the integrator during the process (min) (S_t day/min.).

The relations which determine these different scales on the integrator can be summerized by the following equations :

$$a — \frac{C_n \Phi_{n+1,n}}{W_n \varrho_{n+1,n}} = \frac{S \Delta X^2}{K h_{n+1,n} W_n \varrho_{n+1,n}} = \frac{T}{t} = S_t \text{ day/min} \quad .. \quad (11)$$

$$b — \frac{Q}{q} = S_q = \frac{H_{n+1} - H_n}{h_{n+1} - h_n} \cdot \frac{\varrho_{n+1,n}}{\Phi_{n+1,n}} = S_h \frac{\varrho_{n+1,n}}{\Phi_{n+1,n}} \frac{m^3/day}{cm^3/min} \quad .. \quad (12)$$

$$c — S_v = S_q \frac{T}{t} = S_h \, S_t \frac{\varrho_{n+1,n}}{\Phi_{n+1,n}} = \frac{m^2}{cm^3}$$

$$S_t = \frac{S_v}{S_h} \cdot \frac{\Phi_{n+1,n}}{\varrho_{n+1,n}} \qquad \ldots \qquad (13)$$

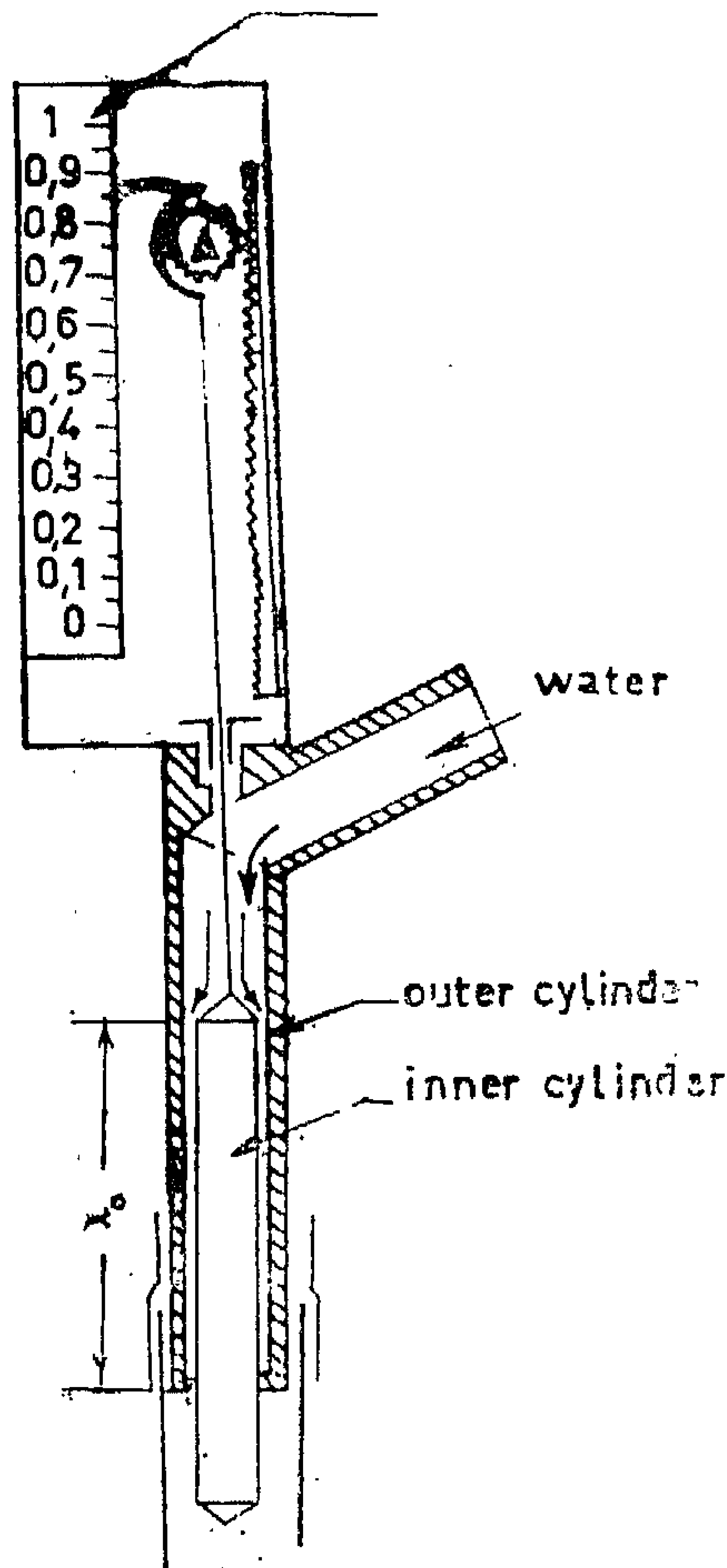


Fig. 2 CROSS SECTION IN THE

HYDRO _RESISTANCE

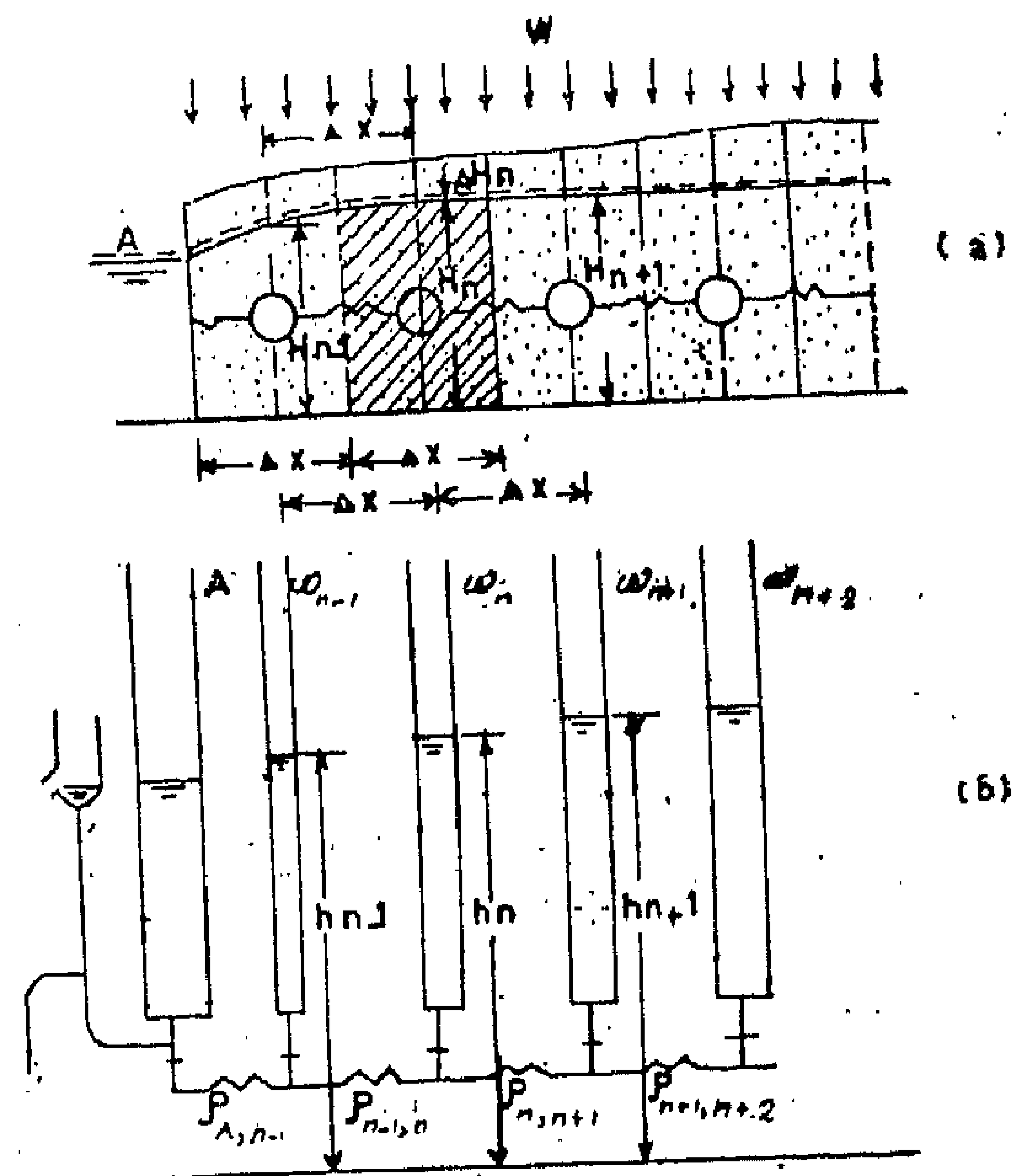


FIG. 3 REPRESENTATIVE DIAGRAM SHOWING THE FLOW IN (a) NATURE (b) INTEGRATOR

Therefore in solving linear problems a constant mean value for the thickness of water bearing formation is assumed.

For nonlinear problems, the differential equation can be written in the following form ;

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1}{S} \frac{\partial}{\partial x} \left(Kh \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{W}{S} \quad \ldots \quad (4)$$

again when W = O, Equation (4) will reduce to

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1}{S} \frac{\partial}{\partial x} \left(Kh \frac{\partial H}{\partial x} \right) \quad \ldots \quad (5)$$

Equation (5) shows that the saturated thickness of the water bearing formation is changeable whith respect to time and with distance x. Due to the change of the thickness of the water bearing formation, the hydro-resistance must be changed and its value is inversely proportional to h. therefore

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{h_1}{h_2} \quad \ldots \quad (6)$$

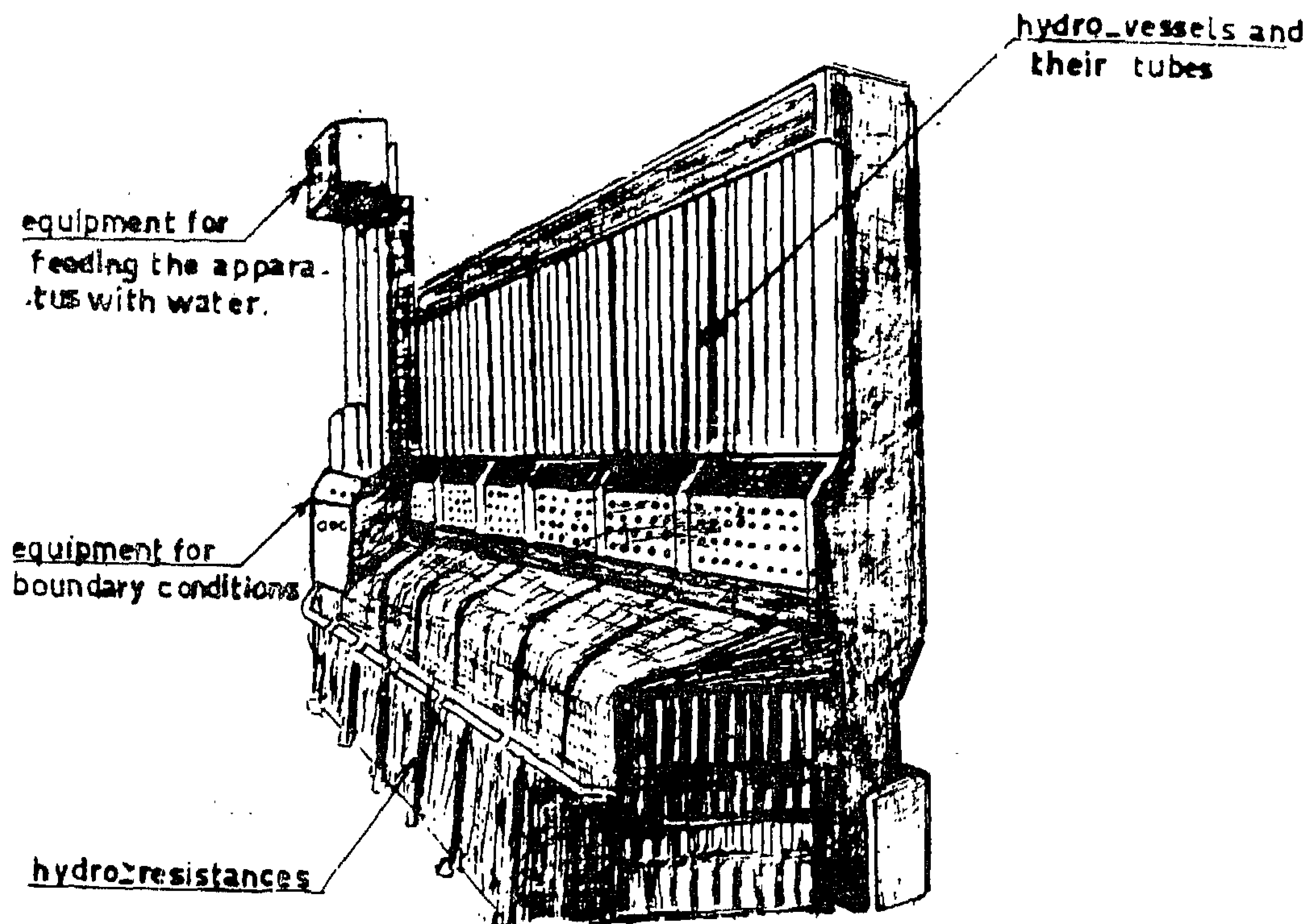


Fig. 1 HYDRO_INTEGRATOR LUKIANOV FOR TWO DIMENSIONS

1. *The theory of the integrator*

For linear problems, the differential equation governing the flow system can be given in this form :

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{Kh_0}{S} : \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{W}{S} \quad \ldots\ldots (1)$$

for constant discharge, ho can be considered constant with relative to time, and for W=O equation (1) will reduce to ;

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{Kh_0}{S} \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} \quad \ldots\ldots (2)$$

therefore $\phi_{n, n+1} = \dfrac{\triangle X}{k \cdot h_0 \cdot 1}$ ...... (3)

It means that when ho has a constant value, the hydro-resistance of the integrator must also be constant for $\infty \geq t \geq 0$

THEORY OF HYDRO-INTEGRATOR MODEL FOR SOLVING THE FLOW SYSTEM IN TWO LAYERED AQUIFER

By

Dr. Eng. NABIL ROFAIL

Hydrology Division — Desert Institute

INTRODUCTION

Ground water problems can be studied analytically and by means of model techniques. When the direct analysis for ground water problems are not possible, the model and numerical analysis studies are useful for solving these problems.

There are several types for ground water models namely ; sand, electrical, viscous fluids, membrane, electronical and hydrological models. The hydro-integrator, known as, Lukianov, represents one type of the hydrological models.

This integrator has been used, in Russia since 1937, in solving problems of uni-dimensional flow. Later, several modifications have been introduced to the integrator which enable solving many other problems of two dimensional flow system e.g. the forecast of the ground water fluctuation from rivers and drains. This hydro-integrator can also be used in solving nonsteady flow problems. Besides, it can be used in solving heat conductivity problems, since the main bases of the flow of the ground water is analogeous to the heat conduction.

I. THE PRINCIPLE OF THE INTEGRATOR

The principle of the integrator is that the flow of water passes through hydro-vessels, that are connected to hydro-resistances[4], (Fig. 1).

Each hydro-vessel consists of a glass tube of 0.5 cm^2 cross sectional area, that is connected to vessels of 5, 10, 20 cm^2 cross sectional area, i.e. the assembly will enable a vessel area ranging between 0.5 cm^2 to 35.5 cm^2, for each hydro-vessel.

The hydro-resistance is the most important part in the integrator. The flow through the hydro-resistance must be laminar and analoguos to the flow in nature. The hydro-resistance consists of two cylindrical coaxial tubes (Fig. 2).

The value of the resistance of the water passing in the space between the two cylinders depends upon its path length *i.e.* f — F (xo). The path can be controlled by moving the inner cylinder upwards or down wards to attain the required resistance.

REFERENCES

1 W.L. Smith, Precision quartz-crystal controlled oscillators using transistor circuits, Bell Laboratories Record, Sep. 1964.

2. G.K. Guttwein, Quartz-crystals and quartz-oscillators, Pro. of the International Conference on Chronometry, Lausane 1964.

3. M. Golay, Monochromaticity and noise in a regenerative electrical oscillator, Pro. I.R.E., Vol 48, August 1960.

4. R.L. Chafin, A technique for short-term stability measurements, Pro. I.R.E., Vol. 48, No. 11, Nov. 1960.

5. P.G. Sulzer, Short- and long-term stability measurements of JK-Sulzer FS 1100 t frequency-standard, a James Knight Co. report.

6. H.P. Stratemeyer, The stability of standard frequency oscillators, General Radio Experimenter, Vol. 38, No. 6, June 1964.

7. W.E. Edson, Noise in oscillators, Pro. I.R.E., Vol. 48, No. 8, August 1960.

8. J.A. Barnes and R.C. Mockler, The power spectrum and its importance in precise frequency measurements, I.R.E. Transactions on Instrumentation, Vol. 1-9, No. 2, Sep. 1960.

9. G.U. Yule and M.G. Kendall, An introduction to the theory of statistics, Charles Griffin & Co., 1953

ACKNOWLEDGEMENT

This work was done during a UNESCO fellowship at Departement Frequences — Centre National d'Etudes des Telecommunications, Paris-Bagneux.

second difficulty is that the time needed for the transients to become negligible is very long.

Spectrum purity is particularly important for microwave spectroscopy and other applications requiring high multiplication ratios, as the spectrum widens with the multiplication of frequency.

However, as the spectrum, with the exception of discrete side-bands, has in general the shape of a single resonant circuit, it seems that no information can be gained from it, except for the line-width and the frequencies and amplitudes of any discrete side-bands.

While the spectrum gives the time-average frequency distribution resulting from frequency modulation of the signal[8], the short-term stability gives the standard deviation of the frequency of the centre of gravity of the power spectrum.

Signal-to-noise ratio :

It is the ratio of available signal power over the available noise power at the output terminals. It may be over a small frequency interval (e.g. per Hz), or for the frequency-band of interest. In the latter case, the noise power must be integrated over the frequency-band, and it is usually called the over-all SNR.

In any oscillator, there is no input signal, and the output is a band of frequencies having different amplitudes which determine the spectrum. Thus there is no real meaning for a SNR in an oscillator.

Further, although in the ideal case only one frequency is required at the output, which may be called the signal, and the rest the noise, there are no practical means to measure directly the power delivered at that frequency only.

Sometimes, however, the levels of the centre frequency and the pedestal noise, on the spectrum, are used to calculate the SNR. In that case also, it is difficult to define the pedestal noise and to determine its level on the spectrum.

Harmonic and non-harmonic content (distortion) :

The harmonic content of oscillators can be determined by the usual method of suppressing the fundamental frequency-band and then measuring part of the output.

For quartz oscillators, the harmonic content is given as less than 2%. However, in most cases, no importance is given to it and it is not mentioned at all.

The non-harmonic (non-harmonically related) output consists of the discrete frequency side-bands, that can be seen on the frequency spectrum.

General data and operating condition :

The output is usually 0.5 — 1 Vrms, the output impedance and normal load being 50 ohms each. The output frequencies are 0.1, 1 and 5 (or 2.5) MHz simulyaneously.

Means are frequently provided for frequency adjustment from the front panel in approximately equal steps and over a range of about 10^{-7} . Internal adjustment ranges are usually larger.

The way of specifying the room temperature and mains voltage and the effect of variations in them differs widely from one manufacturer to another. Very roughly however, a change of 1°C or a change of ± 10% in the mains voltage, produces a frequency change of about 2×10^{-11}

Accuracy and precision :

These two terms are reserved for atomic frequency-standards. According to their definitions they cannot be used but for primary standards of frequenzy. Accuracy is defined as the average fractional deviation of the standard from an accepted standard of frequency, while precision (or reproducibility) is the fractional standard deviation of a series of measurements made over a period of several hours, each measurement being preceeded by proper adjustment and alignment of the frequency-standard accodring to its operating manual.

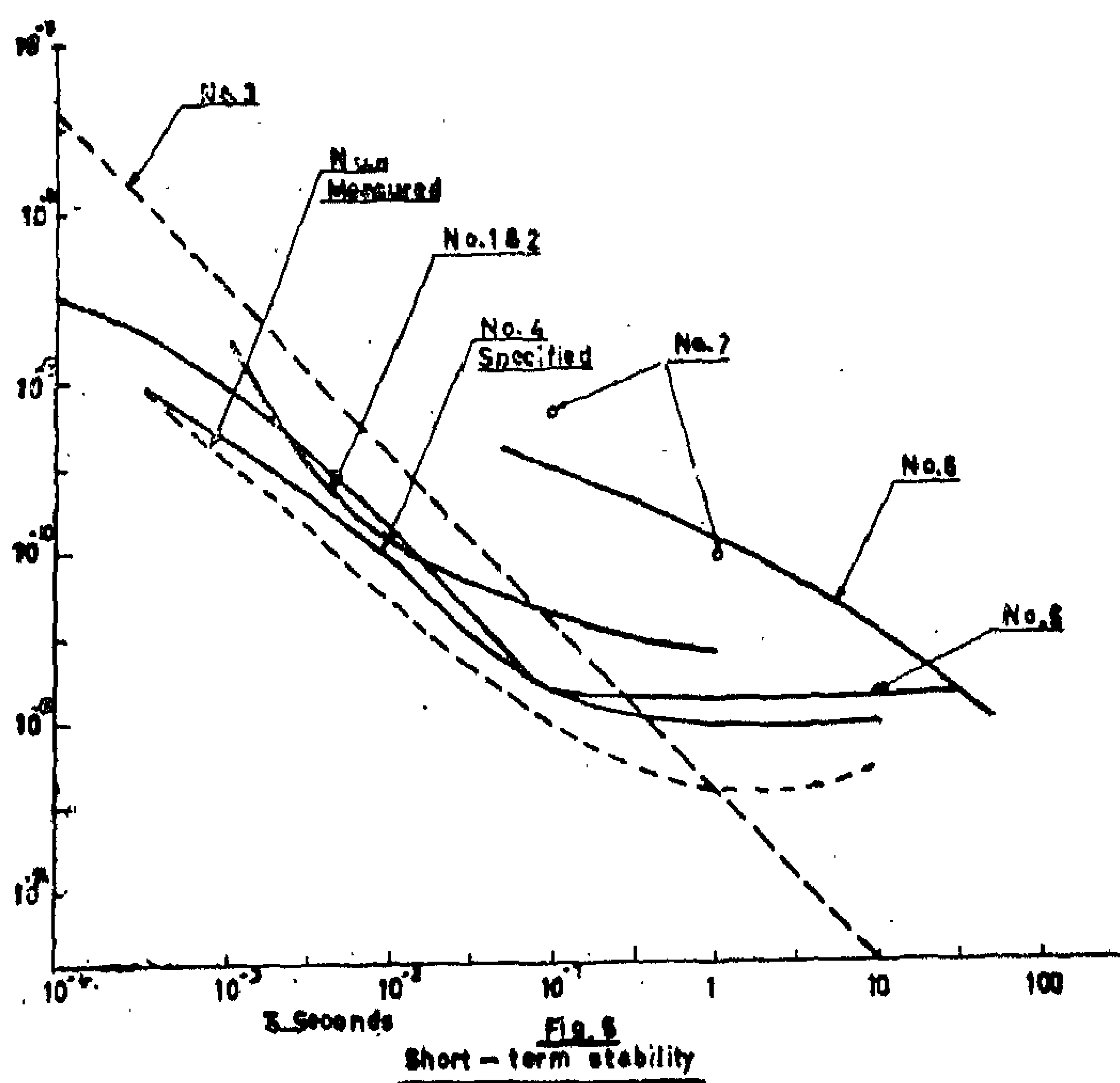


Fig. 5
Short – term stability

as can be seen in Fig. 5. Giving a value for the phase deviation in this way does not give the short-term stability, but rather a limit for the instability for a certain range of τ.

Power spectrum :

The spectral density (P(f)) is defined as being equal to the average power density present in a signal over a period of time, in the range of frequencies from f to $f + \triangle f$. The spectral density drawn against frequency is called the power spectrum. If P(f) is summed over the entire range of frequencies, the resultant value is equal to the square of the total amplitude.

The spectral density is also the Fourrier transfor m of the auto-correlation function :

$$P(f) = \frac{1}{\Pi} \int_{-\infty}^{\infty} \phi(\tau)\, e^{-jw\tau}\, d\tau \quad .. (10)$$

where $\phi(\tau)$ is the auto-correlation function.

In general, the spectral density P (f) of a continuous data can be calculated into two ways, either directly from X (t), or indirectly as the Fourrier transform of the auto-correlation function, which is calculable directly from X(t). The second method is complicated, and the first method is usually used if the continuous data is of practically infinite length, as in the case of oscillators.

In that method, heterodyne wave analyzers are usually used. The signal is applied to a narrowband filter, some time is allowed for initial transients to become negligible, and the average output power is measured at the different frequencies.

As in the case of measurement of the short-term stability, the frequencies of the oscillator under test and the reference oscillator are multiplied to about 10 GHz, and the beat frequency, which is adjusted to be of a suitable value (few kHz for example), is fed to the wave analyzer.

The spectrum recorded, for a certain frequency and band-width, can be used to predict the approximate performance at any other frequency and filter band-width by applying the following two equations[6] (for points at least 20 bds down) :

$$N_2 = 20 \log \frac{f_2}{f_1} + N_1 \text{db} \quad .. \quad (11)$$

$$N_{norm} = N_3 - 10 \log B \text{ db} \quad .. \quad .. \quad (12)$$

where : N_1 and N_2 aplitude densities at frequencies f_1 and f_2 respect.

N_{norm} amplitude density corresponding to a band-width 1 Hz

N_3 amplitude density corresponding to a band-width B Hz

B band-width of the filter

Sometimes a figure is given for the line-width, this means the width of the curve (in Hz) at the 3 db points on the amplitude spectrum.

The main difficulties in using a wave-analyzer, in the case of good oscillators, is that the spectrum width is usually much less than the filter band-width,and the result is only a duplicate of the filter's characteristics,and the

where

$$\delta^2 = \sigma^2 - \sigma'^2$$

and for δ max :

$$a_{max} = \frac{12}{n(n^2-1)} \left(\sum_{1}^{n} (f_\chi . \chi) - f_m \sum_{1}^{n} \chi \right) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (7)$$

$$\delta^2_{max} = \frac{12}{n^2(n^2-1)} \left(\sum_{1}^{n} (f_\chi . \chi) - f_m \sum_{1}^{n} \chi \right) = \frac{n^2}{12} a^2_{max} \quad \ldots (8)$$

Fig. 4 shows an example of correction for aging. The values shown are exaggerated to demonstrate the effect. Usually these equations are only helpful in showing the effect of aging in the calculations. If, however, the short-term stability measurements are made during the initial aging the corrections can reduce the value of σ to a fraction of its uncorrected value.

Since[3] the most accurate frequency measurements are virtually made by observing the time elapsed during a number of zero crossings of the oscillator's output voltage, it is evident

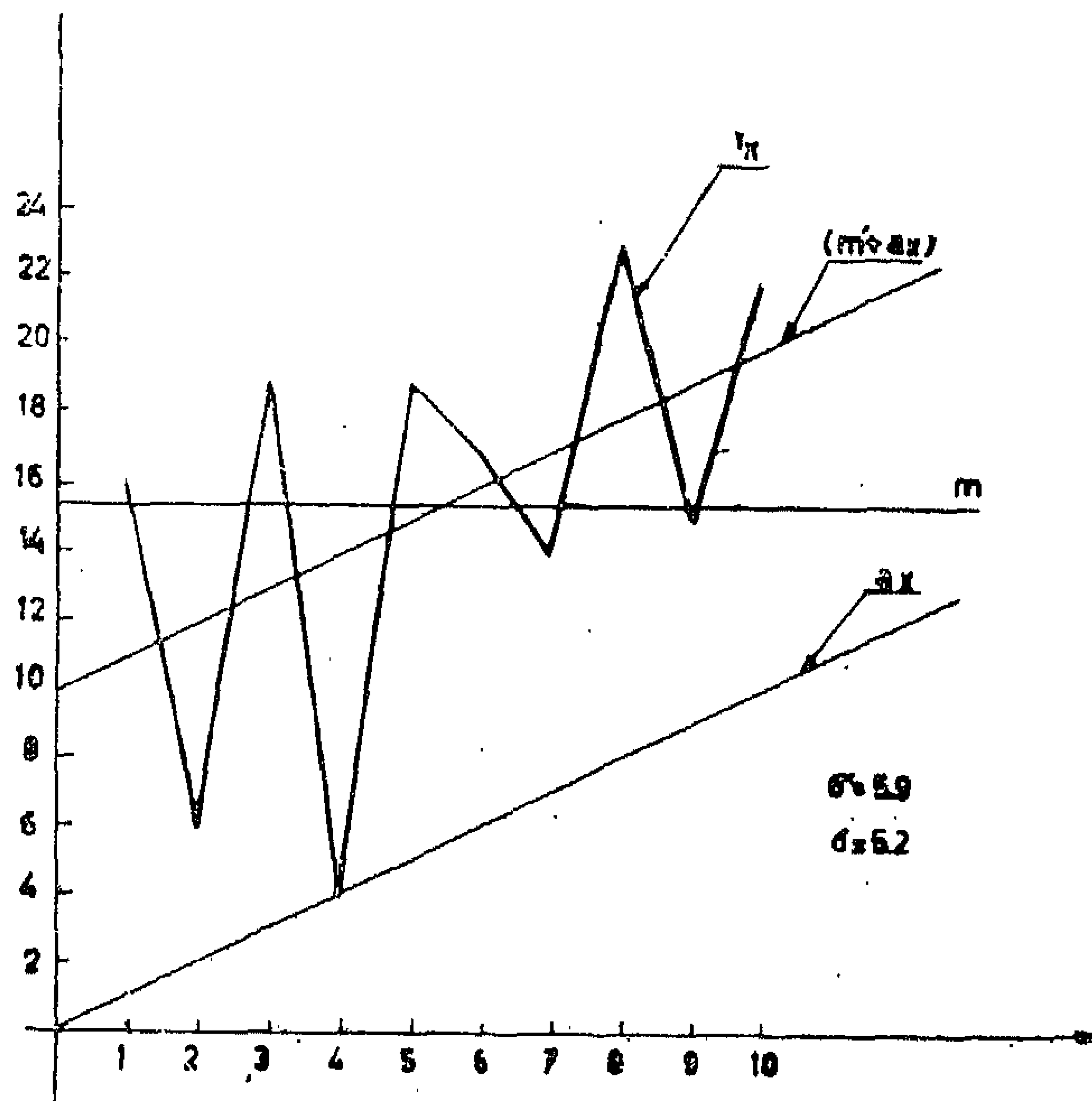


Fig. 4
Example

that any amplitude modulation due to noise will not, at least in the first order, cause any error in the observation of these zero crossings.

To measure the short-term stability, its frequency, as well as that of a reference oscillator, are multiplied (to about 10 GHz) and the period of the beat note is measured by a counter. The reference oscillator's frequency is adjusted to give a suitable period for the beay note. The multipliaction and beating can be made in one or more stages. If a reference oscillator is not available[4], two similar, or three different oscillators could be used.

The effects[5] of amplifiers and multipliers used for the measurements can be large and comparable to the instability of the oscillator itself. It is probable, therefore, that even with great care in designing the amplifiers and multipliers, that the oscillator's short-term stability is much better than the values given by the measurements.

Fig. 5 gives the short-term stability against period of measurement for some oscillators, from which it can be seen that the instability starts to increase again at a period of measurement of more than one second due to fluctuations.

The phase deviation $\triangle \phi$ (in radians) is sometimes used as a measure of the stability at short periods. $\triangle \phi$ is related to $\triangle$ f by the following equation :

$$\triangle \phi = \phi . \frac{\triangle f}{f} = 2 \Pi f \tau . . \frac{\triangle f}{f} \quad (9)$$

The value of $\triangle \phi$ is given, either as a RMS value (in this case $\frac{\triangle f}{f} = \sigma$), or as a maximum value ($\frac{\triangle f}{f} = 2 \sigma$), and a range of period of measurement should be given. The frequency at which the phase deviation is given is usually 10 GHz.

The phase deviation corresponds to sigma only in the part of the short-term stability curve that has a slope of -1, which is a very small part,

proportional to the signal to noise ratio. But increasing the SNR, by increasing the drive of the quartz, increases the aging of the quartz.

As the random noise effect can only be measured on a statistical basis, the short-term stability is given as a standard deviation, which is sometimes called root-mean-square (RMS), or simply sigma (after its symbol) :

$$\sigma_\tau^2 = \frac{1}{n}\sum_{\chi=1}^{n}\left(\frac{f\chi - fm}{f_0}\right)^2$$

$$= \frac{1}{n f_0^2}\left(\sum_{\chi=1}^{n} f_\chi^2 - n f_m^2\right) \quad .. \quad (1)$$

where :

- σ : standard deviation
- n : number of measurements
- f_0 : nominal frequency
- τ : period of measurement
- $f\chi$: mean frequency during period of measurement (τ)
- fm : mean frequency during n measurements

$$\left(fm = \frac{1}{n}\sum_{\chi=1}^{n} f_x \right)$$

Theoretically, n should be infinitely large to give a correct value for σ . Practically, a value of 100 will give good results. The disadvantages of having a much larger value for n is that fluctuations and aging may increase the value of σ. If the number of measurements is appreciably less than 100 it is necessary to estimate the tolerances in the calculated standard deviation.

The limited value of n causes an incertitude in the values of fm and σ, given by :

standard error of mean frequency

$$= \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad (2)$$

$$\text{standard error of } \sigma\ (\sigma\sigma) = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}} \quad .. \quad (3)$$

If the skewness of the results is neglected, i.e. the distribution of f is supposed to be symmetrical and normal, the :

$$\sigma \max \angle\ \sigma \left(1 + \sqrt{\frac{2}{n}}\right)$$

and for n=10 :

$$\text{percentage tolerance of } \sigma = \sqrt{\frac{2}{10}} \times 100$$

$$\simeq 45\%$$

The effect of a linear drift (a constant aging rate) can be easily eliminated in the calculations. As a matter of fact, the following equations give, in a very simplified form, the possibility of a estimating the change in σ if any real or apparant linear drift in the measurements is eliminated.

In the following, a linear drift is supposed to be a constant value (a) per measurement. As the correction for aging improve σ ; the maximum value of (a) that gives the least value of σ is calculated. Having found a max it is then possible to decide whether any correction for aging is of any significance. If f'_x , f'_m and σ' are the corrected values for measured frequency, mean frequency and standard deviation respectively, then :

$$\left.\begin{aligned}
f'_m &= \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} f'_\chi \\
f_m &= \frac{1}{n}\sum_{n}^{1} f_\chi \\
n\sigma^2 &= \Sigma f^2_\chi - n f^2_m \\
n\sigma'^2 &= \Sigma f'^2_\chi - n f'^2_m \\
f'_\chi &= f_\chi - a\,.\,\chi \\
f'_m &= f_m - \frac{a}{n}\sum_{1}^{n}\chi
\end{aligned}\right\} \quad .. \quad .. \quad (5)$$

and

$$\delta^2 = \frac{2a}{n}\left(\sum_{1}^{n}(f_\chi . \chi) - f_m \sum_{1}^{n}\chi\right)$$

$$- \ a^2\,\frac{n-1}{12} \quad .. \quad .. \quad .. \quad (6)$$

initial period after which the long-term stability at any period of measurement is valid.

Another curve (Fig. 3), which is also called typical short- and long-term stability, and which is not usually given, gives for the long-term part, only the accumulation of the drift against time, and not the long-term stability as understood to be the relative change of frequency for definite periods of measurement. A certain part of this curve has a slope larger than one. This could be caused by a reversal of drift rate possible in the initial aging period. It is also noticed, that the slope decreases after that initial period and tends to be less than one.

The rate of change of long-term stability, for a certain period of measurement (one day for example), with time can be more easily understood if given alone as in Fig. 1.

It can be said that the term aging is more associated with the relative change of frequency with time, while the term long-term stability is more assogiated with the relative change of frequency during certain periods of mesurement. However, both terms are used for both

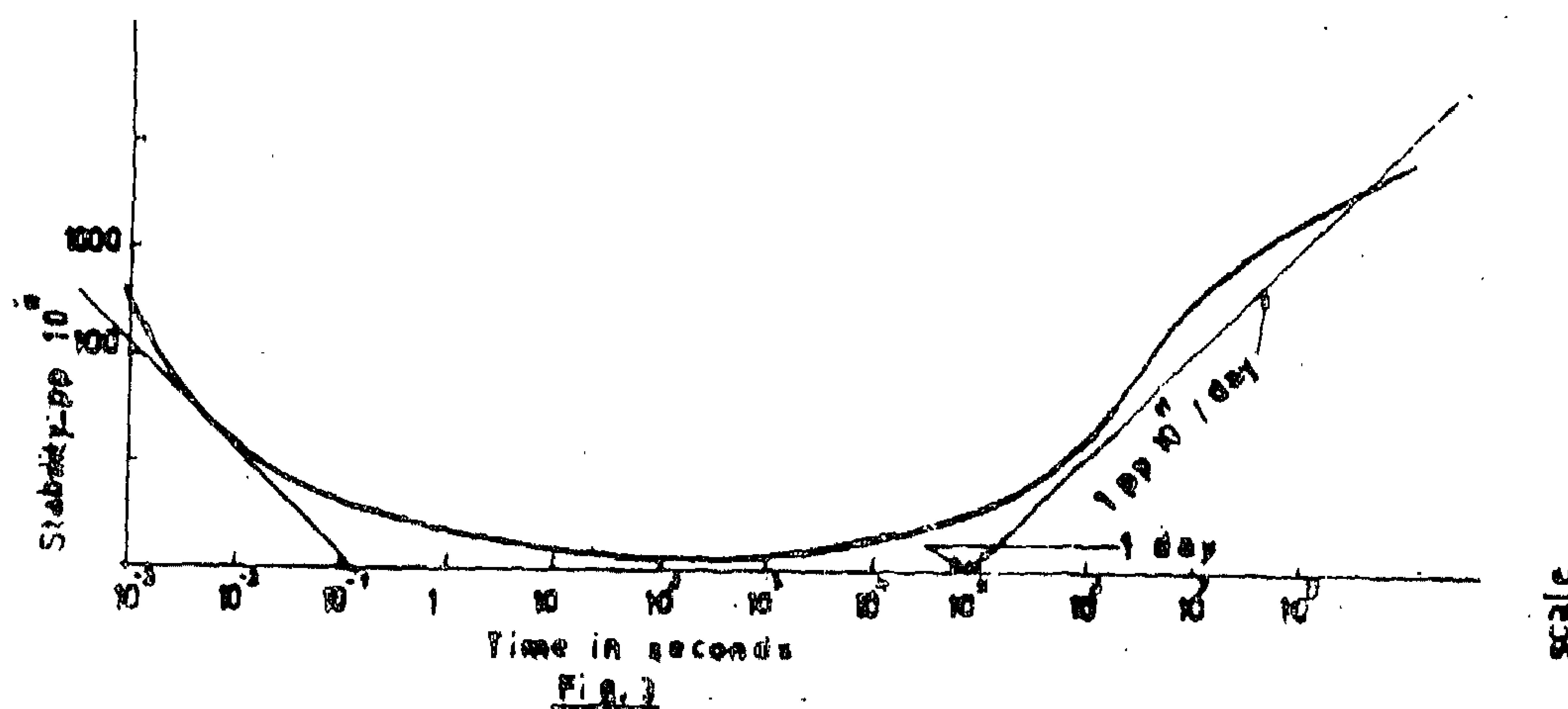


Fig. 3

characteristics almost without discrimination.

From table 1, it can be seen that the best long-term stability is about 2 pp 10^{10}/month, or about 1 pp 10^{11}/day, although 2 pp 10^{10}/day can be considered as being a typical value for a good commercial oscillator after one month of continuous operation.

Osc. No.		1	2	3	4	5	6	7
Aging in pp 10^{11}/ day after a period in months	1			10 (1)	60	5		10
	2						30 (2)	
	4	10-20	4.5					
	12				10		1 (3)	
Short term stab. (σ) in seconds pp 10^{11}	10^{-3}	300	300	400	60	80		
	10^{-2}	12	12	40	10	15		
	10^{-1}	5	5	4	1.5	1.5	30	80
	1	3	3	0.4	1	1.5	12	8
	10	2	1.5	0.04	1	1.5	3	
	100	3	1.5					
Max. ph. devi. m (rads.), at 10 GHz δt=1 ms		0.4	0.4	0.5	0.06	0.06		

(1) After a period of 20 days
(2) Given as 100/ week
(3) Given as 20-30/month
Maximum phase deviation is calculated from the short-term stability except for: 3 & 5

Table 1

Short-term stability and phase deviation :

Short-term stability (or instability) is the measure of the relative change of frequency during short period of measurements, varying usually between 1 m sec. and 100 sec. For the shorter periods, the instability is largely due to the thermal noise of the oscillator. As the period of measurement is increased, the short-term stability increase till other effects such as fluctuations and aging cause the stability to decrease again. It is inversely

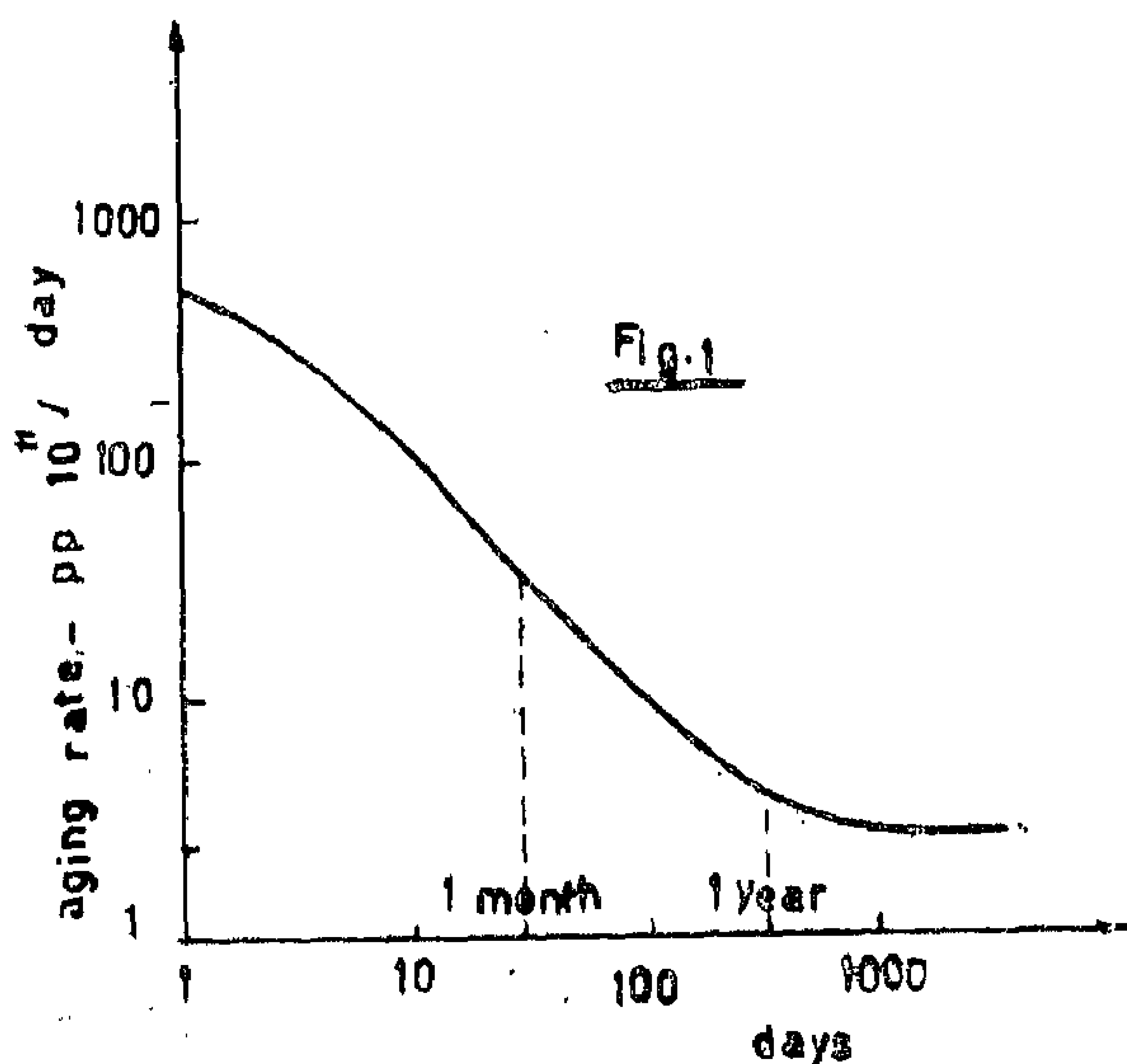
reliability are also very important in some applications such as navigational systems.

In general, the need for more precise frequency control already exists and future requirements will undoubtedly dictate even more stringent tolerances.

Aging :

Aging is determined primarily by the quartz unit. It is also influenced by any aging of component values in the oscillator's circuit and temperature control. Careful selection and pre-aging of the critical components of the oscillator's circuit will reduce the expected contribution to aging from this source to a negligible value.

Aging, which is sometimes called drift or long-term stability, is often given as a maximum relative drift of frequency per day. This value should be understood to be either positive or negative. In general[1], it has been found that the drift rate of a precision crystal-unit decreases with time as long as it remains in a stable environment, and after a period of more than two years the aging rate will level off. An irregular upward and downward aging will then be observed. Fig. 1 is typical for the aging rate of a good quartz-oscillator.



In the design of the oscillator, the drive level of the quartz is important as its effect on the long-term stability is large. First, the drive level should be low, increasing it — beyond a certain value - increases the aging. Second, it should be held within narrow limits. In a typical case[6], it was found that level variations should be held within 0.01% to keep the resulting frequency disturbances within 1 pp 10^{12}.

Some manufacturers specify a period of operation after which the specified aging is valid. Some specify two periods, one of about one month, after which some initial stabilization occurs, and the other of about one year. The drift rate of the latter is, of course, much smaller than of the former.

As it has been noticed that the interruption of the mains, even for a few hours, has an effect equivalent to negative aging of some months, the figure given for aging after one year of continuous operation has much less practical significance than that for shorter periods.

Aging is sometimes given as the right part of a double-logarithmic curve of stability against period of measurement, fig.2 gives an example of such a curve. As aging is considered to be, more or less, the smooth continuous drift of frequency, $\int_{\tau_0}^{\tau_0+\tau} \Delta f \, d\tau$ cannot be larger than $\tau . \Delta f$ and the slope of the longterm stability curve should not exceed one (Fig. 2).

Such a curve would not, however, give all the information about the long-term stability of the oscillator, because it does not give the

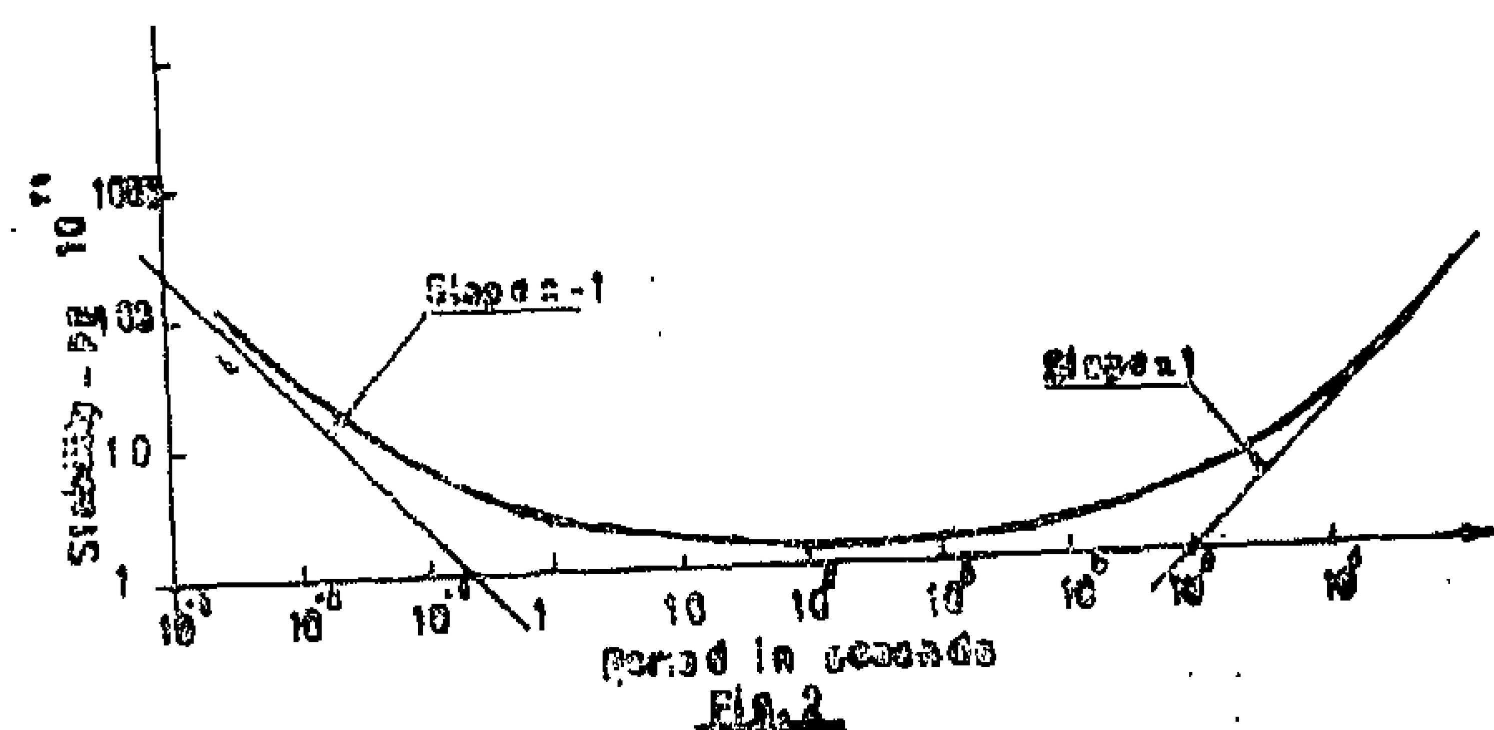


Fig.2

QUARTZ-CRYSTAL FREQUENCY-STANDARDS CHARACTERISTICS

By

Dr. A. LOUTFY El-SAYED

INTRODUCTION

A large number of terms are usually used to specify the performance of high-quality standard-frequency quartz-crystal oscillators. These terms are not yet standardized, and their definitions and terms vary usually from one manufacturer to another.

This situation is probably due to the following three main reasons :

1.—The overall performance of high-quality quartz-quality quartz-oscillators is a composite characteristic and cannot be simply described or specified. A large number of measurements and tests are necessary to give a good definition of an oscillator's performance.

2.—The continuous improvement of quartz-crystals and quartz-oscillators, combined with rapid development of atomic frequency-standards, enables — and at the same time necessitates — more accurate measurement of the oscillator's performance.

3.—The relative importance of the different characteristics vary with the user.

A discussion and an analysis of the different terms used and the possible relations between them, from the user's point of view, as well as some applications are given.

Equations are derived to eliminate any constant continuous drift in the frequency during the total period of measurement, whether it is aging or slow fluctuation appearing as such, and the result of which, in both cases, is a larger calculated short-term stability.

APPLICATIONS

High-quality quartz-oscillators have many different applications, and in judging an oscillator, the application envisioned determines the relative weight that should be given to each characteristic.

Improvements in some characteristics are, in general, only possible at the expense of some other characteristics, thus necessitating a compromise. For example, increasing the derive of the quartz, within certain limits, gives a better short-term stability, but a poorer long-term one.

Applications for high-quality quartz-oscillators are frequency- and time-standards, microwave spectroscopy and narrow-band telecommunications. Frequency- and time-standards using quartz-oscillators can be divided into two groups : Atomic standards and the semi-independent quartz-oscillator frequency-standards that are periodically controlled by frequency and time signals. For the first, the short-term stability is more important than the long-term stability, while for the second group it is rather the contrary. In microwave spectroscopy, spectral purity and stability are required to excite transitions between various states.

If oscillators are to be used under severe mechanical and atmospheric conditions, their behaviour under varying conditions becomes important. Weight, volume, power-consumption and

REFERENCES

1 — BROWN, A.F. — "Slip band and hardening process in Aluminium" — The Journal of Institute of Metals" — 1951—52, Vol. 80, P. 115.

2 — FORSYTH, P.J.E. — "Some metallographic observation of the fatigue of metals" — The Journal of Institute of Metals — 1951—52, Vol. 80, P. 181.

3 — GOUGH, H.J. and WOOD, W.A. — "The crystalline structure of steel at fracture" — Proceeding of the Royal Society of London — 1938, Vol. 165, Series A, P. 358.

4 — GOUGH, H.J. and WOOD, W.A. — "A new attack upon the problem of fatigue of metals using x-ray methods of precision — Proceeding of the Royal Society of London. 1936, Vol. 154, Series A, P. 510.

5 — HEAD, A.K. — "The growth of fatigue crack" — The Philosophical Magazine — 1953, Vol. 44, P. 925.

6 — HEAD, A.K. — "The mechanism of fatigue of metals" — Mechanics and Physics of Solids — January 1953, Vol. 1, No 2, P. 134.

7 — HENRY, D.L. — "A theory of fatigue damage accumulation in Steel" — Transaction of the American Society of Mechanical Engineer — 1955, Vol. 77, P. 913.

8 — KOMMERS, J.B. — "Overstressing and Understressing in fatigue" — Engineering — 1937, Vol. 143, P. 620.

9 — LANGER, B.F. — "Fatigue failures from stress cycles of varying amplitudes" — Transaction of the American Society of Mechanical Engineer — 1937, Vol. 59, P. 160.

10 — MARCO, S.M. and STARKEY, W.L. — "A concept of fatigue damage" — Transaction of the American Society of Mechanical Engineer — 1954, Vol. 76, P: 627.

11 — OROWAN, E. — "Theory of the fatigue of metals" — Proceeding of the Royal Society of London — 1939, Vol. 171, Series A, P. 79.

12 — WEIBULL, WALODDI — "Statistical design of fatigue experiments" — Transaction of the American Society of Mechanical Engineer — 1952, Vol. 74 P. 109.

However, the mechanism of strengthening and damaging is primarily associated associated with slip (plastic strain) which work-hardens the material until a crack is developed, i.e., the formation of cracks is preceeded by the formation of slip lines. In general, it is believed that any process which will prevent the continuation of slip in the metal until crack is initiated will increase the fatigue strength of the metal. Therefore, overstressing the material for a small number of cycles insufficient to initiate crack will not damage it, but will improve its endurance limit. It is clear that the number of cycles required to initiate cracks, i.e., to damage the test specimen depends upon the value of overstressing as demonstrated by the "damage line". As the value of overstress increases, the number of cycles required to initiate cracks decreases since the attainment of the "critical strain" is more rapid.

CONCLUSION

It is clearly observed that when a material is subjected to cyclic stresses, its properties are changed. Understressing in general increases the endurance limit of the tested material with a rate which depends upon the value of understress. In case of overstressing, a strengthening and a damaging effect is detected. After a few number of repetition of stress, the fatigue properties of the virgin material improve, while if the tested specimen is subjected to a large number of cycles, the damage effect predominates and decreases the fatigue life of the tested specimen. However, any change in the fatigue properties due to overstressing requires a comparatively small number of cycles, while in case of understressing, any change prevails only after a large number of cycles.

Thus, it may be concluded that the fatigue limits is a function of the stress-history of the material, and of course, the precise stress-history of the materials in structural and machine parts is quite variable and unpredictable in most cases. As shown by the previous results, a long period of understress increases the fatigue limit beyond that of the virgin metal. Now, such a long period of understress usually takes place in structural and machine parts. Therefore, the fatigue limit of the material does not remain constant throughout the period of service of a structural or a machine element, consequently, the fatigue limit of the virgin material seems to be rather a severe criterion and a reasonably safe guide for the designer of structural and machine elements subjected to fatigue loading.

The explanation of these effects may be based upon the "critical stress" and/or the "critical strain" theory. The change of fatigue properties may be considered to depend on the absolute amount of accumulated plastic strain which work-hardens the material, or on the change in stress due to work-hardening. From figures (5) and (6) it can be seen that for high values of overstress, a comparatively small number of cycles is needed to accumulate strain and work-harden the material till it reaches the "critical strain" and causes the initiation of cracks. As the value of overstress decreases, the number of cycles required to initiate cracks increases. However, for the case of understressing, the "critical strain" is never reached as the value of stress is too small and consequently the corresponding initial strain is also too small. Therefore, to cause an increase in the fatigue limit in this case, a relatively great number of cycles is required since the amount of work-hardening due to each stress cycle of stressing is too small.

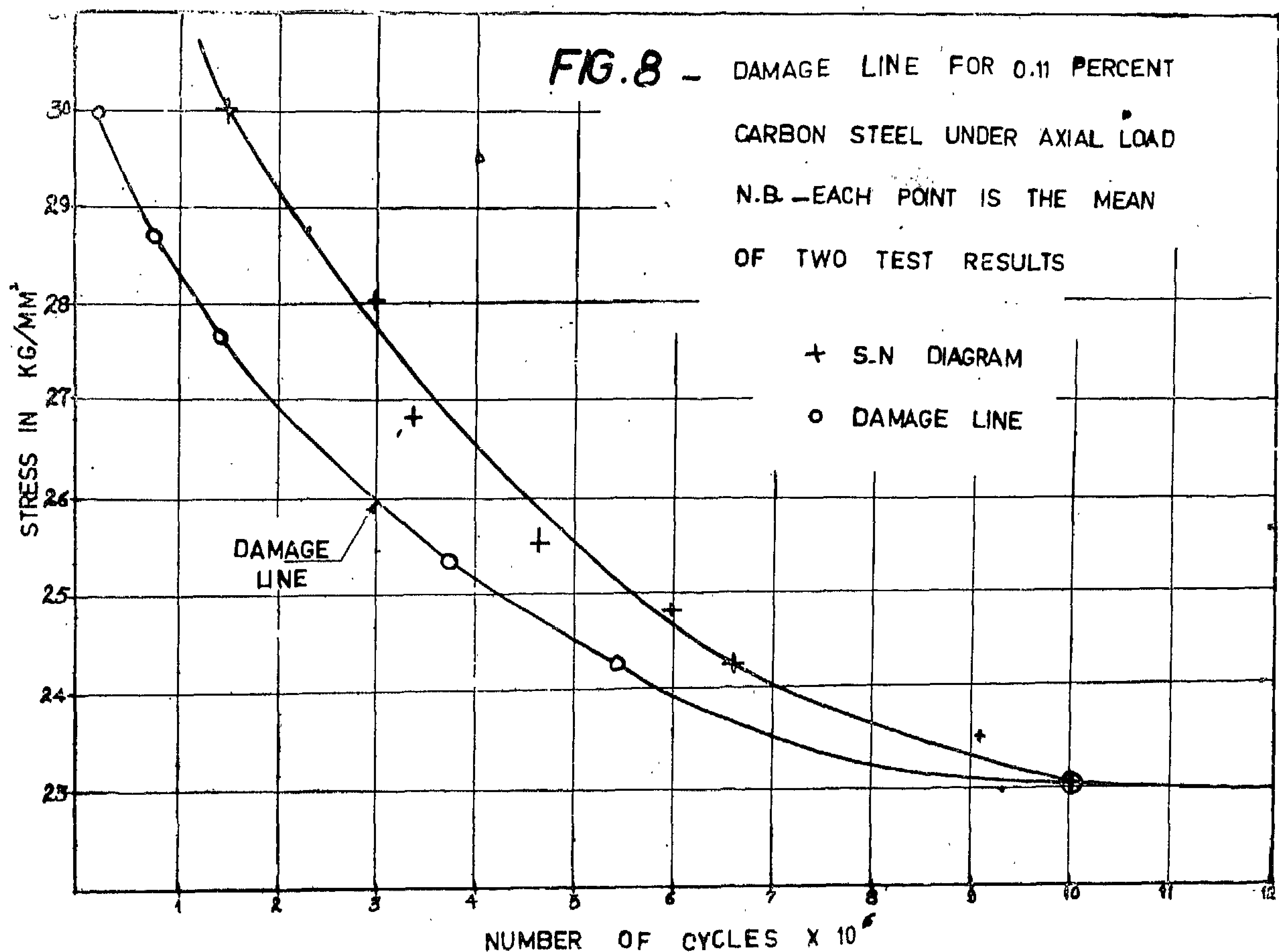
Moreover, it can also be seen from the test results of overstressing and understressing that the effect of unit stress is more pronounced than that of he number of cycles since for the same number of cycles of 1.3 millions, the increase of the endurance limit for 5 percent overstress is 5.57 percent only while for 120 percent overstress it reaches 16.71 percent. Moreover, for an understress of 95 percent, a similar increase in endurance limit of 5.57 percent was not reached till after 10 million cycles. The explanation of such a behaviour may be based upon the same "critical stress" and "critical strain" theories. It is clear that the initial permanent strain depends upon the value of the initially applied stress and that the strain caused by the following stress cycles decreases as the number of cycles proceeds, i.e., the difference between the permanent strain due to change of initial stress is comparatively higher than that due to stress cycling and consequently, the change in fatigue limit due to the value of stress is higher than that due to cycles of stressing.

These theories also provide and explanation for the sudden increase in the endurance limit in case of understressing (figure 2) which may be based upon the fact that as the absolute sum of the accumulated strains during cyclic stressing attains the yield strain of the material, a sudden plastic deformation occurs producing a considerably noticeable work-hardening of the material which results in a sudden increase in the endurance limit. For understress values near the endurance limit, the sudden jump takes place earlier since the accumulation of the strains necessary to cause yielding is more rapid. As the value of understress decreases, the number of cycles required to produce the sudden increase in endurance limit increases as shown in figure (2), from which it may be seen that for 80 percent understress, the sudden jump of the endurance limit does not appear even at 70 million cycles. The same theories may be used to explain the observation that after the sudden jump of the endurance limit, the increase in the value of the endurance limit due to further stress cycling is comparatively small. Due to work-hardening effect, the amplitude of the successive plastic strain at higher number of cycles is too low or may be negleted.

However, the results of the effect of overstressing and understressing show evidence that at least two distinct processes are at work, a strengthening process and a damaging process. While both processes become more active with increased stress, the damaging process seems to be entirely absent below the endurance limit. The explanation of this fact seems to be intimately related to the mechanism of strengthening and damaging which occurs during cyclic stressing.

From the above results, the "damage line" shown in figure (8) can be drawn by using the results of table (3). This line represents the resistance of the tested steel to the formation of cracks, i.e., the resistance of the material to damage since the material is considered to be damaged if any crack takes place during overstressing. The damage line separates two regions : the one to the right which is the damaging region at which initiation of cracks takes place and the one to the left at which no damage occurs.

The size and shape of the "damage range" area between the "damage line" and the S-N diagram of the virgin metal gives an indication of the resistance of the metal to occasional overstress. A broad area indicates a low resistance to overstress, while a narrow area indicates a higher resistance. The ability of the metal to resist a relatively large number of cycles of overstress without starting a destructive crack is evidently important in many machine and structural parts.



DISCUSSION OF RESULTS

The results of the tests obtained in this work show that both overstressing and understressin- change the fatigue properties of the material to a certain degree, which varies according to the unit stress and the number of cycles of stressing. Overstressing in fatigue requires a comparatively small number of cycles, while understressing impiies a larger number of cycles to show such a change.

From the previous results shown in figure (5) including the deduced dotted parts, contrast damage curves are drawn as shown in figure (7). For a stress higher than 30 Kg/mm2 (130 percent overstress) or lower than 24.24 kg/mm2 (105 percent overstress), all the curves may be prolonged so as to converge at one of either of the following two points : —

1) The point of 100 percent damage represented by the point 37.30 Kg/mm2 (ultimate tensile strength) and zero cycle ratio.

2) The point of zero percent damage represented by the point 22.96 Kg/mm2 (endurance limit) and 100 percent cycle ratio.

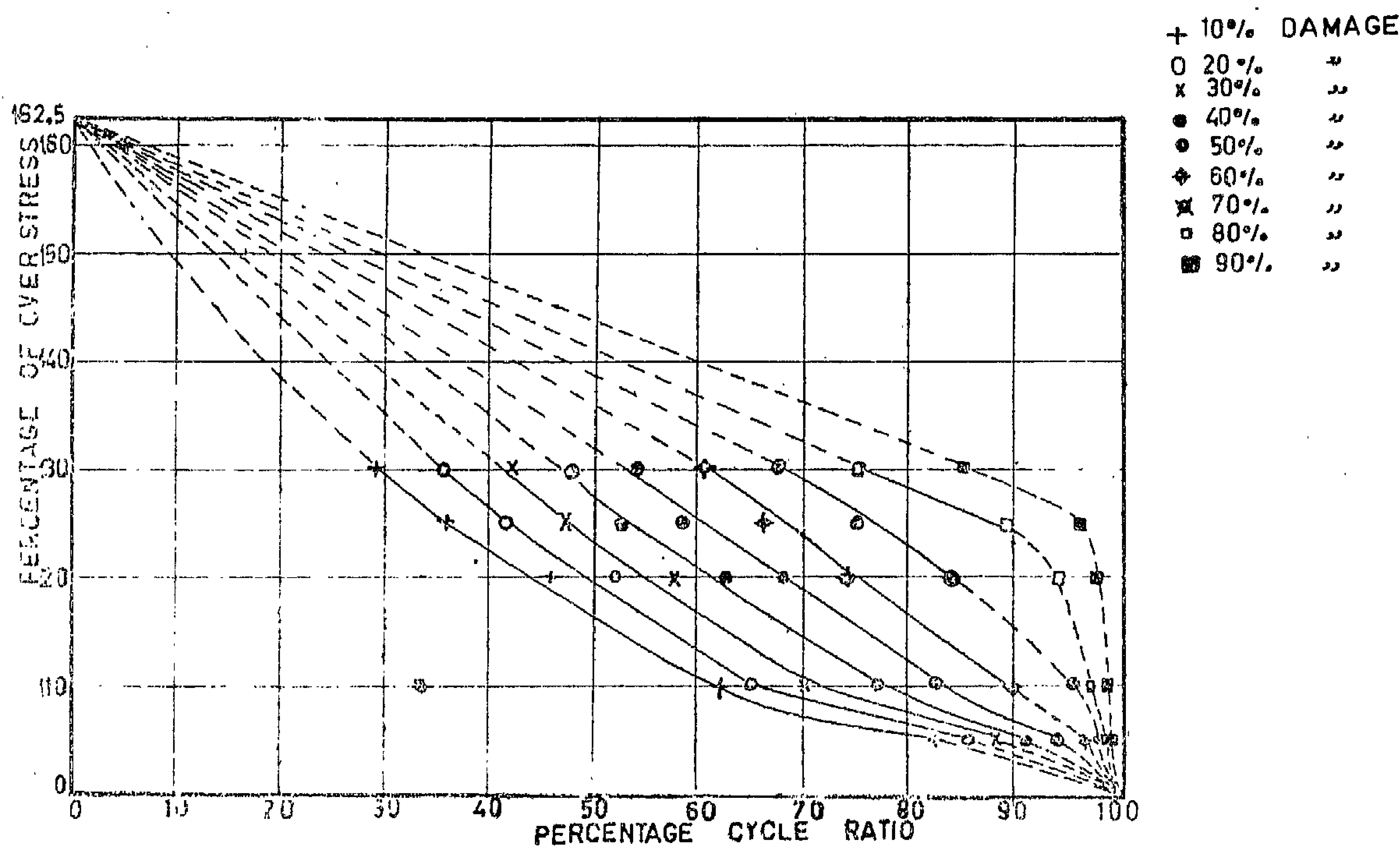
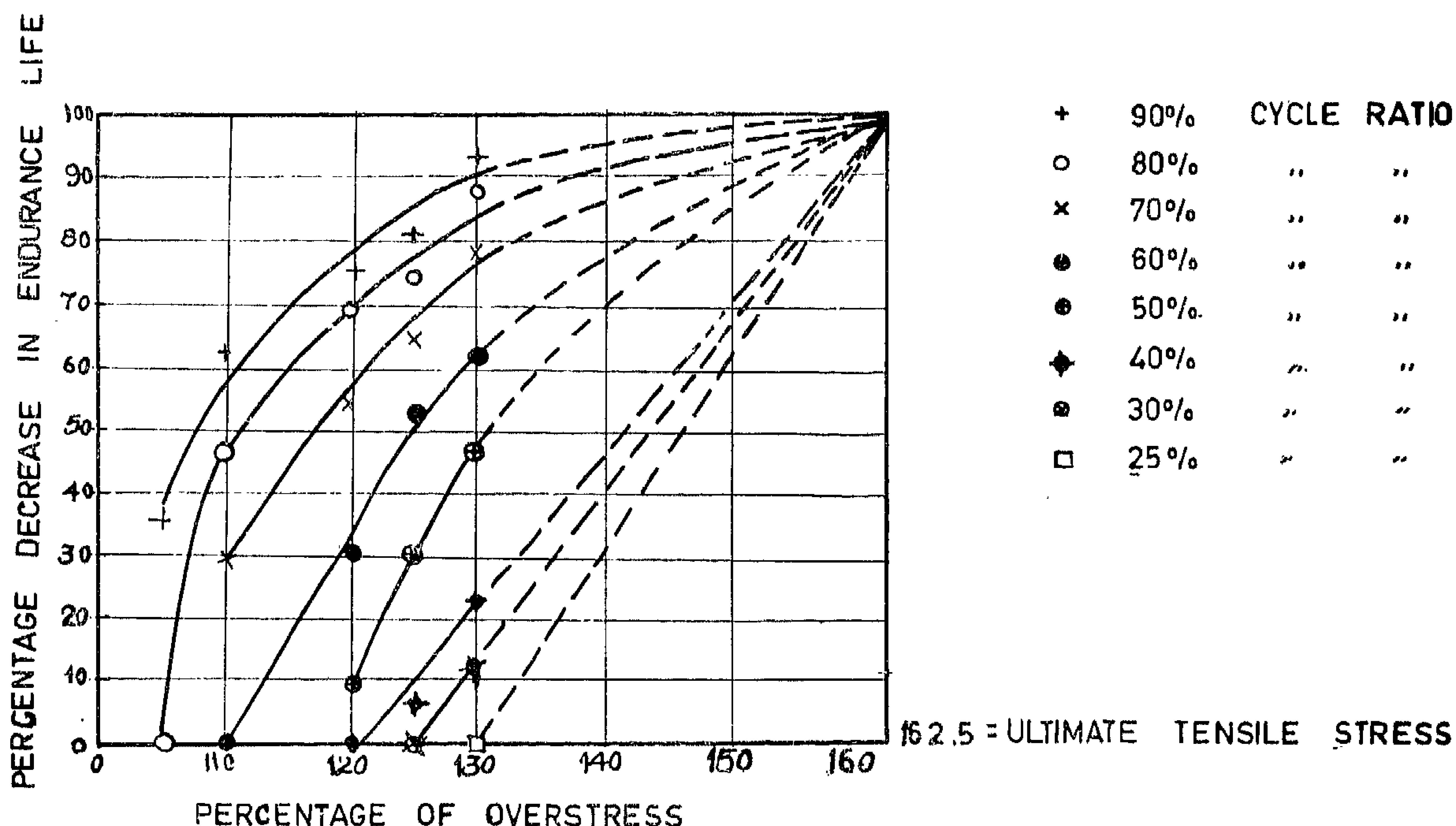


Table (3) — Damage line results.

Overstress value		Number of cycles for formation of cracks	
Percent	Kg/mm2	cycle ratio percent	Number of cycles x 106
105	24.24	85.0	5.525
110	25.52	65.0	3.738
120	27.44	45.0	1.462
125	28.72	35.0	0.822
130	30.00	30.0	0.450 ...

FIG. 6 — EFFECT OF OVERSTRESSING ON THE ENDURANCE LIFE OF 0.11 PERCENT CARBON STEEL AT DIFFERENT VALUES OF CYCLE RATIO.
N.B. 1) EACH POINT IS THE MEAN OF TWO TEST RESULTS
2) THE SHOWN DOTTED PARTS ARE DEDUCED AND NOT OBTAINED FROM TEST RESULTS.



endurance limit was 16.71 percent. From these test results, it may be concluded that below a certain minimum value of number of cycles, the endurance limit is improved as the value of overstress and/or as the number of cycles increases.

Thus, it may be stated that two main factors determine the amount of damage caused by cyclic stressing, namely: 1) the value of percentage of overstress and 2) the cycle ratio. The damage caused increases with the increase of the value of overstress and/or the cycle ratio. It can also be seen that the effect of the value of overstress on the endurance life is more pronounced than that of the cycle ratio since the curves represented in figure (6) show a higher rate of decrease in endurance life than those shown in figure (5).

An extension for these damage curves can be deduced by considering the point at which the damage equals 100 percent. In figure (5) such a point occurs at 100 percent cycle ratio, which value is the number of cycles required to break down any test specimen. For the curves in figure (6), the 100 percent damage occurs at the value of the ultimate tensile strength (37.30 Kg/mm2) which corresponds to 162.5 percent overstress.

increase of the endurance limit of the virgin material are deduced and given in figure (4). These curves may serve to determine the number of cycles to be applied at any value of understress to produce a certain increase in the endurance limit.

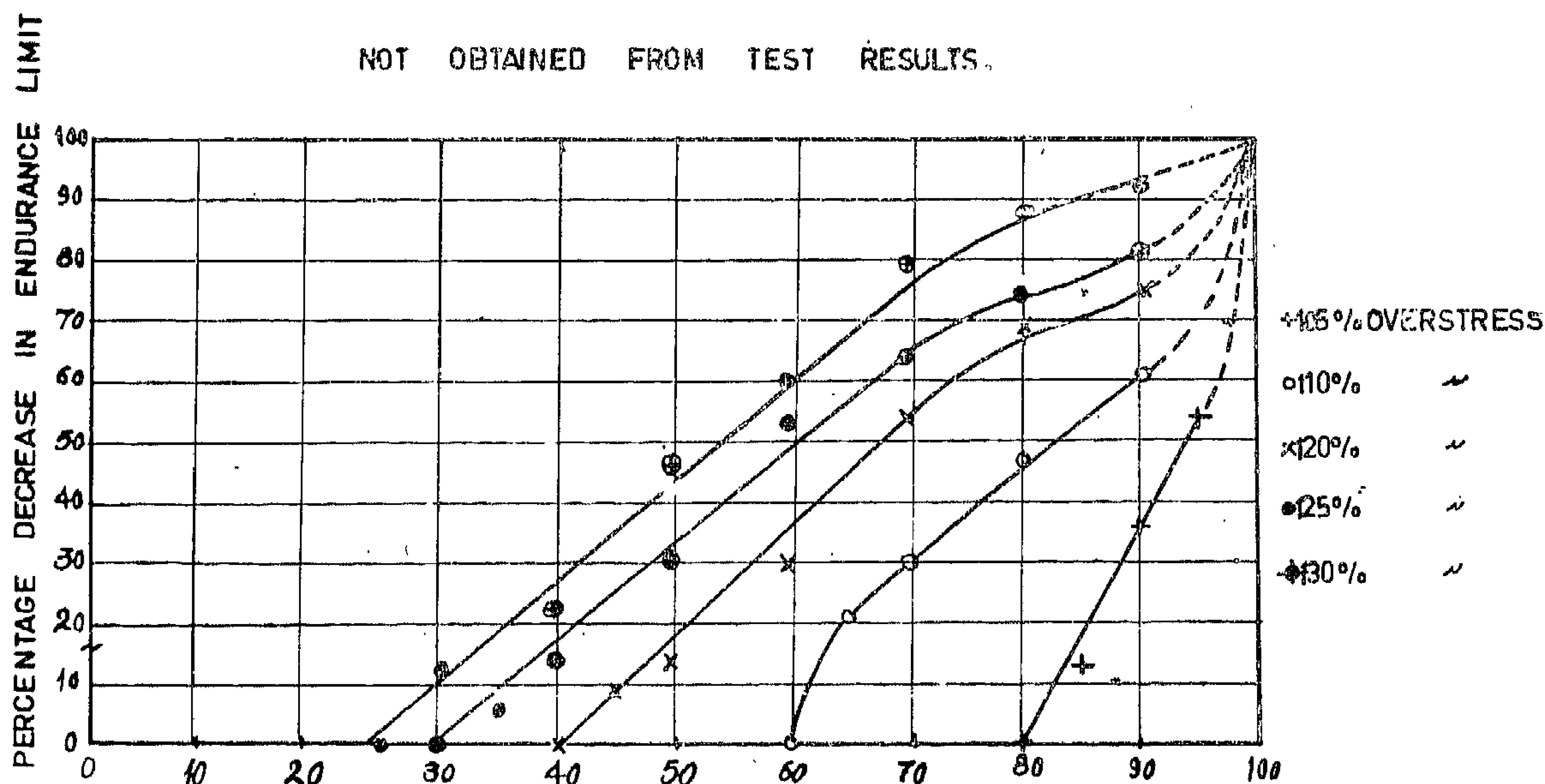
RESULTS OF OVERSTRESSING

From the obtained endurance lives for the overstressed specimens, two sets of curves were drawn, one showing the effect of the value of cycle ratios on the endurance life at different values of overstress (figure 5) and the other shows the effect of overstress on the endurance life at different cycle ratios (figure 6).

It can be deduced from these different curves that the overstress may either damage the treated material, lowering its endurance life or may show no decrease in the endurance life which indicates that at least no damage occured. At each value of overstress, there is a minimum value of the number of cycles below which no reduction of endurance life occurs. This minimum value of the number of cycles depends upon the value of overstress, it increases as the value of overstress decreases. Overstressing the test specimen to a number of cycles below this minimum value of the number of cycles increases the endurance limit of the virgin material to an extent which depends upon the value of overstress and the number of repetition of stress. This was proved by the experimental results obtained by subjecting the test specimen to 105 percent overstress for a percentage of cycle ratio of 20 and 50 percent (1.3 and 3.25 million cycles). The endurance limit was increased by 5.57 and 13.92 percent respectively. A similar test was carried out, subjecting the test specimen to a greater overstress (120 percent) for a 40 percent cycle ratio (1.3 million cycles). The corresponding increase in

FIG. 5 – EFFECT OF CYCLE RATIO ON THE ENDURANCE LIFE OF 0.11 PERCENT CARBON STEEL AT DIFFERENT VALUES OF OVERSTRESS.

N.B. 1) EACH POINT IS THE MEAN OF TWO TEST RESULTS
2) THE SHOWN DOTTED PARTS ARE DEDUCED AND NOT OBTAINED FROM TEST RESULTS.



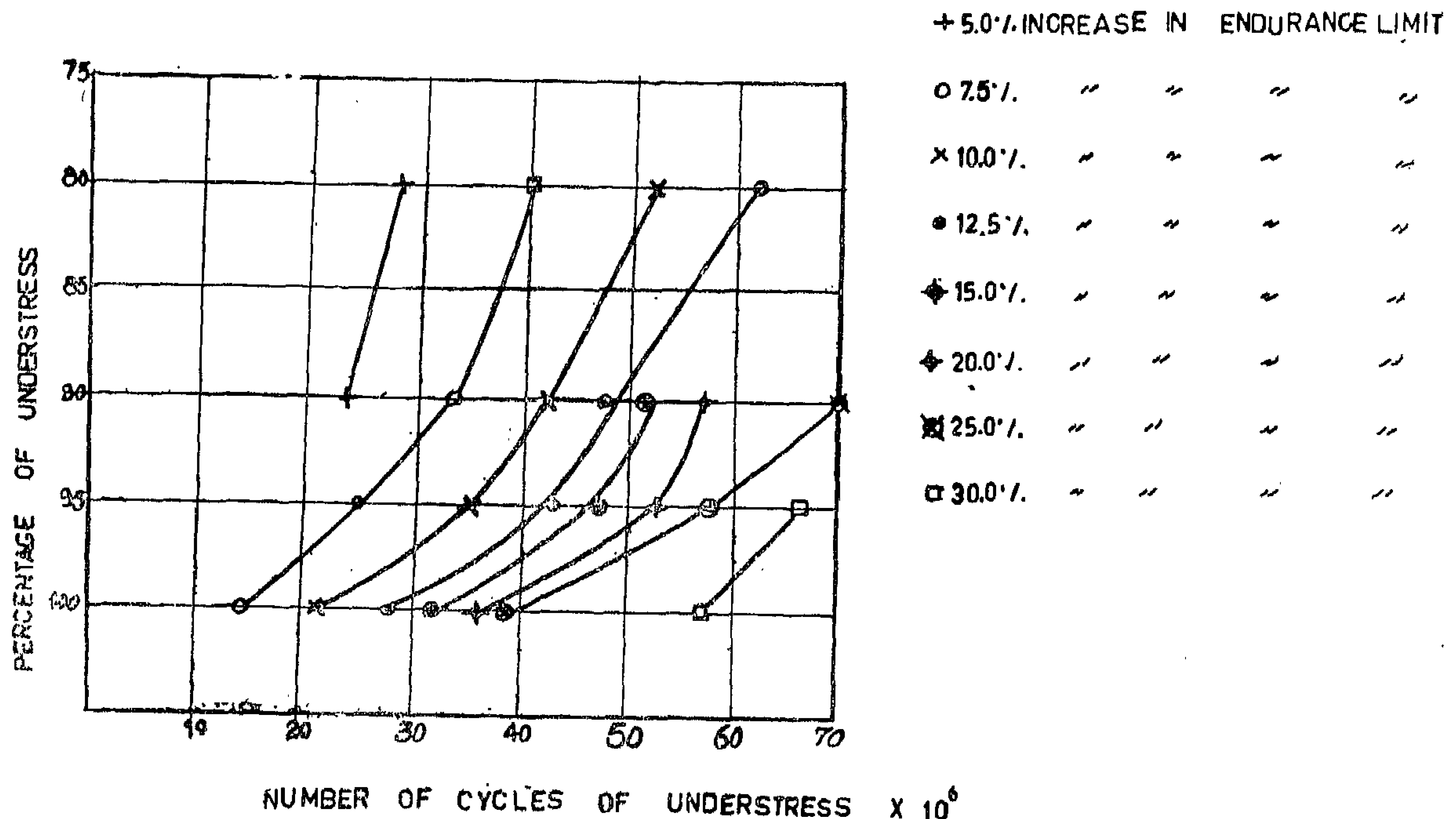


FIG. 4 - CONTRAST CURVES FOR UNDERSTRESS RESULTS

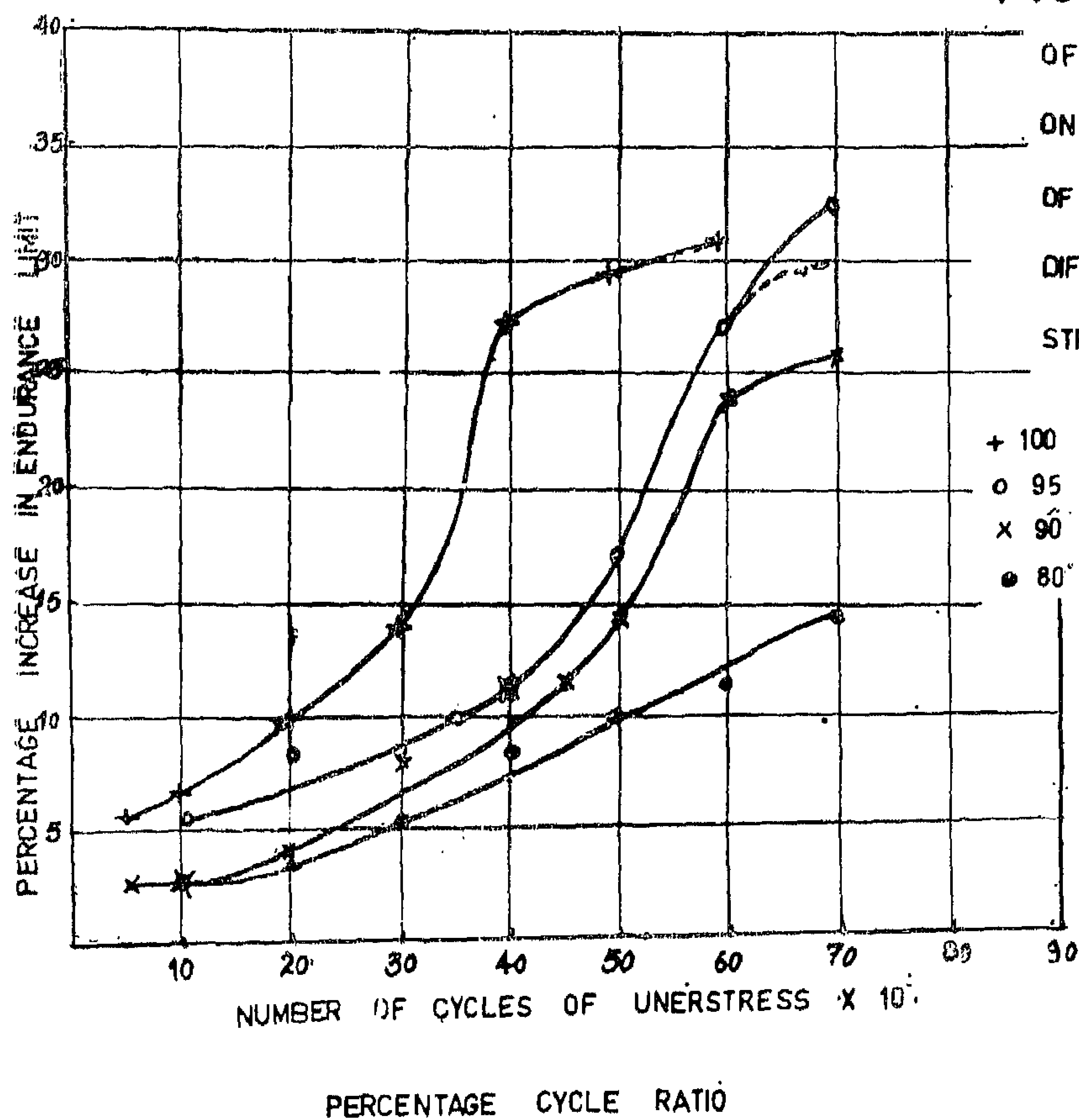
RESULTS OF UNDERSTRESSING.

From the new endurance limit of the understressed specimens, two sets of curves were drawn. The curves shown in figure (2) represent the effect of number of cycles of application of stress on the endurance limit at different values of understress, while the curves shown in figure (3) represent the effect of the value of understress on the endurance limit for different number of cycles.

It can be inferred from these results that understressing increases the endurance limit of the tested material. This increase depends upon the value of understressing and the number of cycles applied. For the same value of understress, the new endurance limit increases as the number of cycles increases (figure 2). Moreover, for the same number of cycles, the new endurance limit rises also as the value of understress approached the endurance limit (figure 3). By comparing the increase of the endurance limit due to each effect alone, it can be seen that the value of understress has a more pronounced effect than that of he number of cycles of understress. Figure (3) shows that the value of the percentage increase of endurance limit due to understress, for the same number of cycles, is regular and gradual, while the percentage increase due to stress cycling for the same value of understress (figure 2) is characterized by a small increase up to a certain sumber of cycles, which is not the same for all values of understress, then a sudden increase in endurance limit occurs after which the rate of increase becomes small until the largest number of cycles applied (70 million). For the 80 percent understress, no sudden increase in the endurance limit is observed.

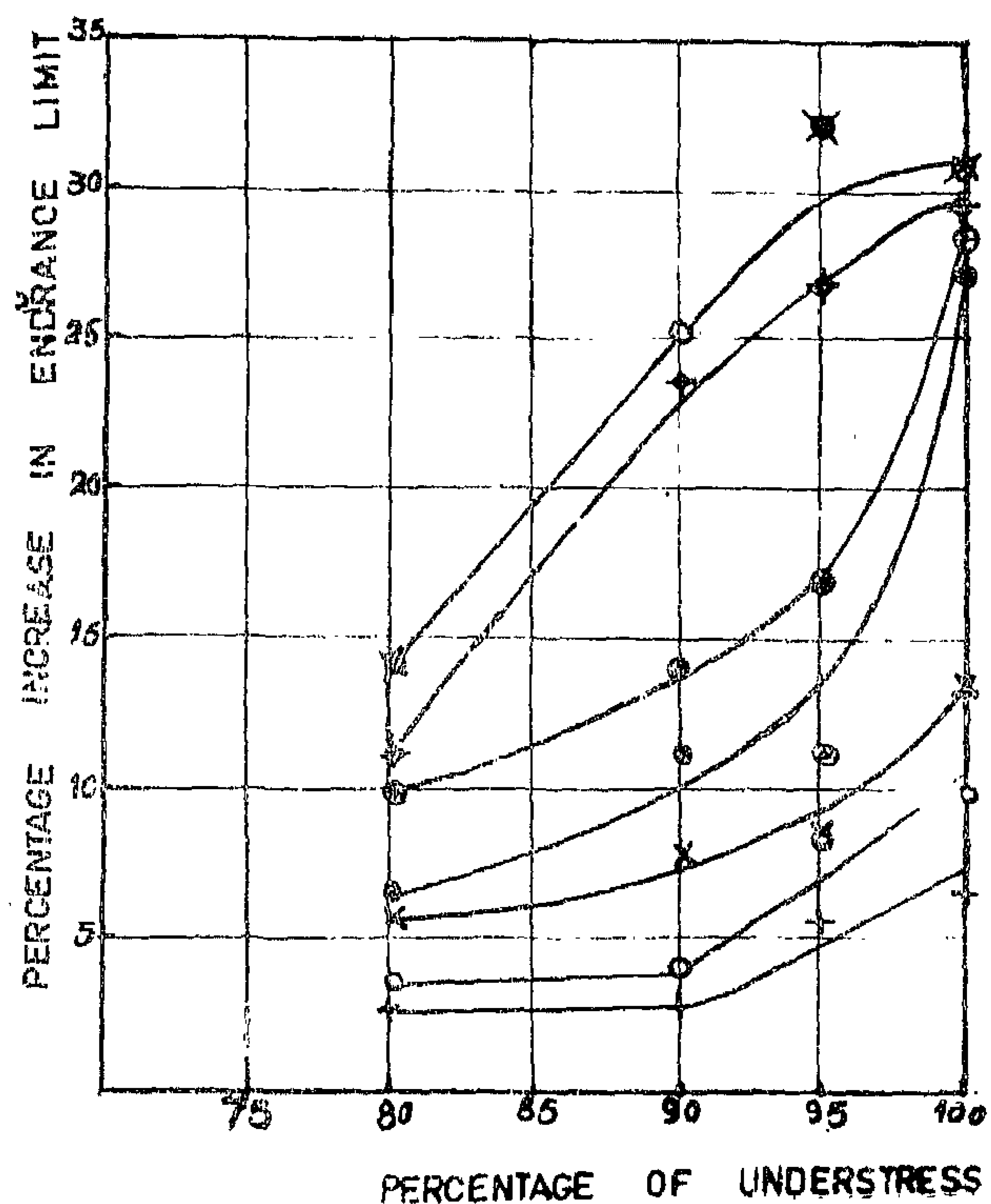
From the curves shown in figure (3), the contrast curves for different percent

FIG. 2 — EFFECT OF NUMBER OF CYCLES OF UNDERSTRESS ON THE ENDURANCE LIMIT OF 0.11 PERCENT CARBON ST. AT DIFFERENT VALUES OF UNDERSTRESS.



+ 100 PERCENT UNDERSTRESS
o 95 " "
× 90 " "
● 80 " "

FIG. 3 — EFFECT OF VALUE OF UNDERSTRESS ON THE ENDURANCE LIMIT OF 0.11 PERCENT CARBON STEEL AT DIFFERENT NUMBER OF CYCLES.



+ 10 MILLION CYCLES
o 20 "
× 30 "
o 40 "
✦ 50
✦ 60
✲ 70

limit with respect to the endurance limit of the virgin material.

OVERSTRESSING TESTS.

The same method adopted for determining the effect of understressing may be used in the case of overstressing. However, in order to reduce the number of specimens tested and thus save a great part of the testing time and used material, the reduction of endurance life was taken as a measure for the effect of overstressing. In this case only one specimen was tested to a certain chosen value of overstress and subjected to a certain number of cycles, after which treatment, the test was continued at the endurance limit of the virgin material and the endurance life recorded. If failure does not occur after 10 million cycles, the fatigue limit of the treated specimen is considered to be at least as great as the fatigue limit of the virgin material. If fracture occurs, the endurance limit corresponding to this state of test must be less than that of the virgin material and the overstressing may be said to have damaged the material.

RESULTS

The S-N curve of the chosen material is plotted in figure (1), the maximum alternating stress applied was limited to 30 Kg/mm2., since for stresses higher than this value, the temperature rise of the specimens increases considerably and thus changes the properties of the material.

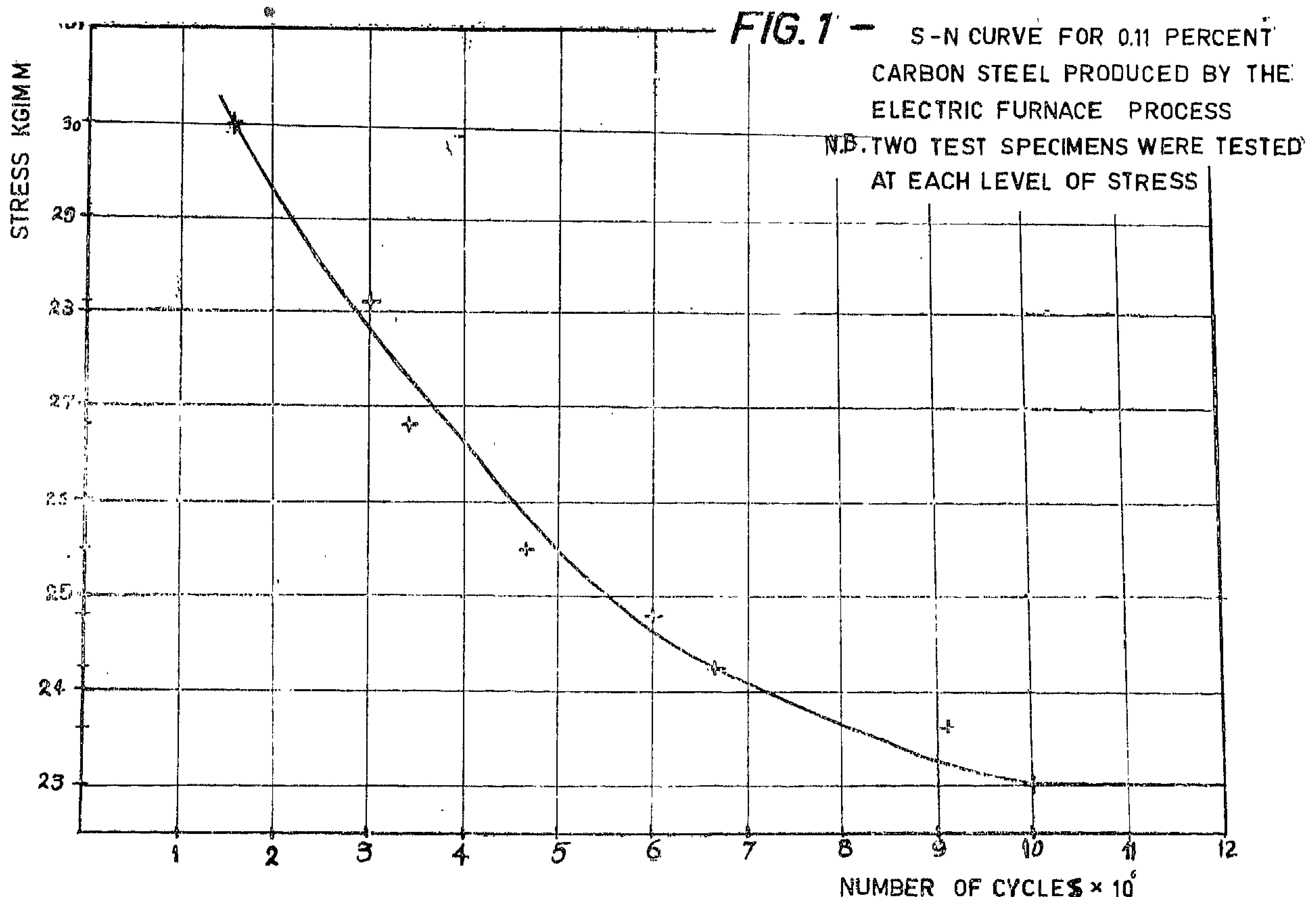


FIG. 1 — S-N CURVE FOR 0.11 PERCENT CARBON STEEL PRODUCED BY THE ELECTRIC FURNACE PROCESS
N.B. TWO TEST SPECIMENS WERE TESTED AT EACH LEVEL OF STRESS

by work-hardening until the socalled "limit of cold work" or the "critical stress" or the "critical strain" is reached.

2) "StageII" during which disruption of the crystalline structure takes place, resulting in the formation of submicroscopic cracks".

3) "Stage III" during which the submicroscopic cracks develop to form visible cracks which result in fracture.

In this sequence, it appears that the true fatigue damage occurs only during "StageII" and "Stage III" since a work-hardened metal is not necessarily a damaged metal.

FATIGUE DAMAGE TESTS.

The fatigue tests were carried out on the "Amsler High Frequency Vibrophore".

The material used in this investigation is a low carbon steel which is produced by the "Electric Furnace Process". It is chosen as an example of commonly used low carbon steels.

Its chemical composition is given in table (1) and its mechanical properties in table (2).

The steel was received in the form of one inch diameter hot-rolled bars, and was annealed at 950°C for two hours then cooled in the furnace. Standard test specimens were prepared from the annealed material.

UNDERSTRESSING TESTS.

The effect of understressing was determined for each value of understress chosen by subjecting few test specimens to a certain number of cycles and then determining the new endurance limit of the so treated material.

The effect of understressing was measured by the increase of the new endurançe

Table 1 — Chemical analysis for local steel produced by the electric furnace process — in percent weight.

C	Si	Mn	P	S
0.11	0.08	0.51	0.035	0.037

Table 2 — Mechanical properties of 0.11 percent carbon steel produced by the electric furnace process.

Yild stress Kg/mm2	Max. strcss Kg/mm2	Elong. Percent (on 25 mm G.L.)	Reduction of area percent	Vicker's hardness number.
28.52	37.30	33.13	72.28	180

N.B. — Each value in the above table Vicker s hardness number which is the mean having a minimum diameter of 10+0.05 mm. is the mean of three values, except the of ten readings.

This problem may also be cleared by considering the structural changes takes place during fatigue stressing.

It was established that the failure due to cycle stressing is characterized by a fragmentation of the crystal grains to a mass of crystallites [3,4] and by the development of localized slip bands [1,2] which are supposed to have two effects :— one which causes work-hardening of the slipping surfaces, and the other breaks down the slipping surfaces into a separation or a crack.

However, the presence of slip both above and below the endurance limit suggests that strain hardening itself is not a weakening process. Also it is rather difficult to accept the view that the fracture stage is reached as a consequence of fragmentation structure alone,because the severe deformation which causes fragmentation results in a cold worked material having a higher nominal strength. Gough and Wood [3] proved that a state of marked-lattice distoration in the fragmented material is a necessary condition of the fracture stage.

The explanation of the different fatigue phenomena may be based on the fact that for a plastic material, the condition of fracture can be regarded either as the attainment of a "critical stress" or a "critical strain". (11) In case of alternating deformation, the second condition must be completed by adding, that is summing up the absolute amount of all positive and negative strains.

Based upon the "critical stress" theory, it can be said that owing to the presence of small cracks in the material, the stress distribution is not uniform. If the material is plastic, it will yield before the strength is reached, further increasee of the load causes more plastic strain at these points but not considerable increase of stress beyond the yield limit. The surplus stress corresponding to the increase of load is taken by the surroundings of the stress peak, and in this way the stress distribution is smoothed out. If now, the load is alternating, the local plastic deformation will not come to an end but will alternate and thus produce a progressive strain-hardening of the material at the peak stresses, i.e., the stress at which plastic yielding begins will rise in course of load fluctuations. The smoothing out of the stress distribution becomes less effective and the maximum stress at the peak rises until a crack may be formed, or until the "critical stress" is reached. This is the reason why a load which is harmless under static conditions causes fracture if applied repeatedly.

Similarly, application of the second theory necessitates that in order to be in the safe ranges, the total strain produced by a certain number of cycles must always have a finite value smaller than the "critical strain" which causes failure. In order to explain the presence of a safe range, a question must first be answered, i.e., how can an infinite number of cycles, each of which gives a certain strain different from zero, produce a finite strain? This can be explained by the fact that initially the weak spots in the material are soft and the amplitude of the plastic strain in these parts is relatively large, but in the course of stress cycles and due to this plastic strain, the weak spots become harder and the amplitude of strain consequently decreases and so on. This shows that the plastic strain amplitude of the consecutive cycles decreases as the cycle of load proceeds; and thus the total strain produced by an unlimited number of cycles is always finite. If this limiting value is smaller than the "critical strain" the range is safe and no failure occurs. Damage results, when the resultant permanent strain has reached the "critical strain".

Therefore, the mechanism of fatigue process may be characterized by three stages. [6]

1) "Stage I" during which crystals slip and fragmentation takes place accompanied

or plastic inhomogeneity in the material. He developed an equation for the rate of change of stress in this plastic region under repeated load in the form :

$$\frac{d\sigma}{dn} = A\,(\sigma m - \sigma)^{n+1} \ldots \quad \ldots (3)$$

where σ = stress in plastic element

σm = maximum stress possible in the element, if it i s elatic.

n = number of cycles

A = a constant function of work-hardening charcteristic of the material.

He considered $\frac{d\sigma}{dn}$ as an equivalent to the rate of increase of damage caused. The results obtained using this theory are contradictory with most of the previous experimental results.

The development and growth of fatigue cracks was also considered by A.K. Head [5]

The relationship developed was written in the form

$$b^{-\frac{1}{2}} = -\frac{F}{E} \quad d_o^{\frac{1}{2}} g(S)\ (N-n) \ldots (4)$$

where b = half crack length.

F = work-harding modulus.

E = young's modulus.

a_o = initial length of plastic element.

g (S) = function of stress.

n = number of cycles of stress.

N = arbitrary constant of integration.

From this equation, it would be possible to develop a relationship for cumulative damage, if crack length is taken as a measure for damage. D amage will then be proportion to $(N-n)^2$

Henry [7] proposed another theory for the cumulative damage based on the assumption that damage occuring prior to the formation of visible cracks is equivalent to an increase of the stress concentration factor associated with the particular defect in the specimen which will form the nucleus of the fatigue failure. Considering several other assumptions [7] he arrived to the following damage equation.

$$D = \frac{B}{-1 + \frac{1}{\gamma}(1 - B)} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots 5$$

where $D = \frac{E - E'}{E}$ is called damage.

E = endurance limit of the virgin material.

E′ = new endurance limit of the damaged material

$B = \frac{S - E}{E}$ is called the overstress ratio

and $\gamma = \frac{n}{N}$ is referred to as cycle ratio.

The theoretical fatigue damage curves drawn by using this equation are in agreement with most of the experimental results.

From these different developed concepts, it may be stated that the fatigue damage is a function of different physical variables, such as, the number of independent fatigue nuclei or progressive fracture cracks, the location. size and shape of these cracks. the cold-working effect of the material adjacent to crack surfaces, the centration factor, a possible thermal recrystallization effect in the same material ... ... etc. All these effects lead to complicate the problem of fatigue damage. Moreover, the fact that the number of variables included are so great, drove almost all the investigators who tried to reach a solution for this problem to assume a certain theory of their own in which only some of the main factors affecting the development of fatigue failure were taken into account. It seems that The carrying out of an experimental test program whose planning would be guided by the already presented hypotheses, and which includes the different variables mentioned above may be a step forward for solving this rather complicated problem.

EFFECT OF OVERSTRESSING AND UNDERSTRESSING ON FATIGUE PROPERTIES FO LOW CARBON STEEL

Dr. YEHIA KABIL, & **Eng. FAWZEYA HAMZA,**

Assistant Professor, Faculty of Engineering, Cairo University.

Material Testing Laboratory, Faculty of Engineering, Cairo University.

Most machine members and many structural parts are likely to be subjected to successive cycles of, more or less, a maximum and a minimum intensity of load which is subject to variation. Therefore, it seems of considerable interest to know the effect of such stresses on the properties of the material.

It is always safe of course, to design for a maximum stress below the endurance limit (understreess), but it is often economical however. to allow the maximum stress to exceed the endurance limit (overstress) when it is known that the stress will not be repeat often enough to cause failure within the expected life of the machine or structure.

THERIES OF CUMULATIVE EATIGUE DAMAGE

In the last twenty years various theories of fatigue damage have been forwarded (5, 7, 8, 9, 10, 11, 12) They give a quatitative estimate of the progressiive changes that occur during the fatigue process in relation to the accumulation of damage under stressing of varying amplitude.

The typical method of test is to apply certain stress amplitude (S_1) to a specimen for a specified number of cycles, the amplitude is then changed and the test continued at the second value (S_2) untifailure occurs.

The simplest results of cumlative damage investigations are the linear hypothesis proposed by Palmgren, Miner and Langer.[8-10]

This hypothesis suggests that fatigue damage is directly proportional to the number of cycles applied and that it accumulates linearly until failure occurs. It leads to the functional relation :

$$D = f \frac{(ni)}{(Ni)} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (1)$$

where «D» represents the fatigue damage and $\frac{ni}{Ni}$ the cycle ration*

The thoery does not agree with most of the previous experimental results, since it makes no difference if the initial applied tress (S_1) is larger or smaller than the second stress (S_2).

The S.M. Mareos and W.L. Starkey[10] equation

$$D = \left(\frac{ni}{Ni}\right)^X \qquad X > 1 \quad \ldots (2)$$

represents more closely the fatigue damage accumulation during progressive facture. It takes into account the number of cracks, their shapes and sizes, but like the previous linear equation it neglects the effect of strain-hardening.

E. Orowan[11] proposed a quantitative theory based on the presence of small creacks

---

* When a specimen is subjected to an overstresss for a number of cycles (n), the ratio that the number of cycles (n) bears to the fatigue life (N) at this vaule of overstress is called the «cycle ratio» and will be expressed in percent.

the objective system that an exact relationship exists between the angle subtended by the staff at the centre of the instr. and the angle subtended by the stadia marks at the focal length of the imaging system, irrespective of the distance of the staff.

This relationship cannot be perfectly attained in practice, but it is possible to obtain so close an approximation that the "constant" may be disregarded. The errors are in fact quite negligible, representing no more than one part in thousand for distances ranging from 20 ft to infinity. If, for instance, the staff intercept at the 1 — in — 100 stadia wires is 2.45 ft, the distance of the staff from the centre of the instr., is 245 ft, with a positive error of less than 3 inches.

The graph, (fig. 11) indicates the form of the error curve of an internal-focusing telescope of 8.25 — inch focal length, constructed in accordance with British Patent No 242468. The two chain-dotted lines converging to zero represent errors of one part per thousand. It will be seen that the constant at say 80 ft (960 inch) is + 0.5 inch.

13. **The Porro Telescope : —** Reference. should also be made to a type of telescope attributed to Porro, of Milan. By the introduction of a special lens between the eyepiece and the centre of the instrument all distances deduced from the stadia intercept are automatically referred to the centre of the instrument. Focusing should be by the movement of the eyepiece, or a correction will be necessary.

This type of telescope is no longer in demand, since it possesses no advantage over the modern internal-focusing telescope and has all the disadvantages of the older type except that relating to the contsant.

14. **Heights and horiz. distances by stadia Intercept : —** Inclined stadia observations require a double correction, since in the first place the observed distance must be reduced to the horizontal, and in the second the staff is held vertically and is not, therefore, normal to the line of sight.

Proof is as follows : —

$CX = K (AB \cos \alpha)$

$CY = K (AB \cos \alpha) \cos d = K (AB \cos^2)$;

$H = K_I \cos^2 \alpha$

$XY = CX \sin \alpha = K (AB \cos \alpha) \sin \alpha = \frac{1}{2} KI \sin 2 \alpha$;

$V = \frac{1}{2} KI \sin 2 \alpha - h$.

If the vertical circle is divided to indicate the values of $\cos^2 \alpha$ & $\frac{1}{2} \sin 2 \alpha$ in addition to vertical angles, these facters may be read off directly, this is the principle of the Beaman Arc.

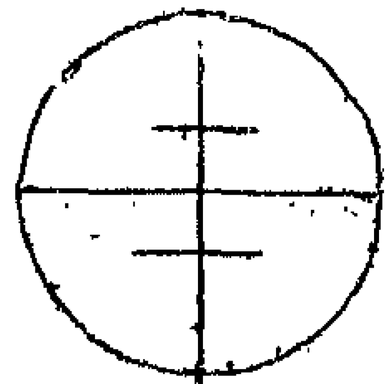
15. **The Beaman Arc : —**

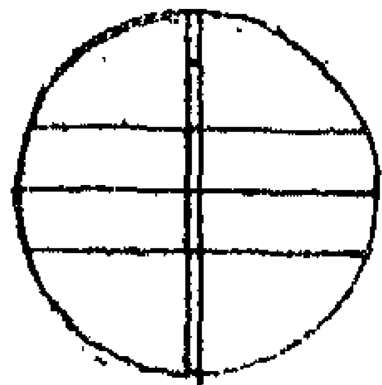
To determine Elevation : — Swing the telescope until a full stadia interval can be measured on the staff when the index coincides with a graduation of the vertical scale. Note the interval, the position of the central wire and the vertical scale reading.

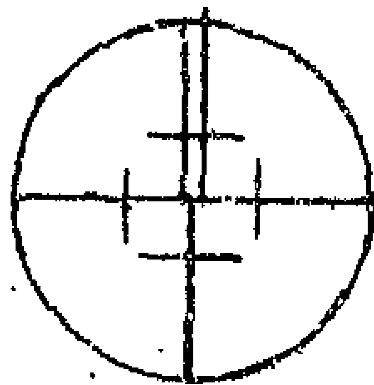
Let 8.4 represent the interval, 5.70 the reading of the central wire, and 80 the vertical scale reading. This is an angle of elevation, 50 representing the horizontal. The elevation of the foot of the staff above the centre of the instr. will be (80—50) × (8.4) — 246.3 ft. (80—50) × (8.4) — 246.3 ft.

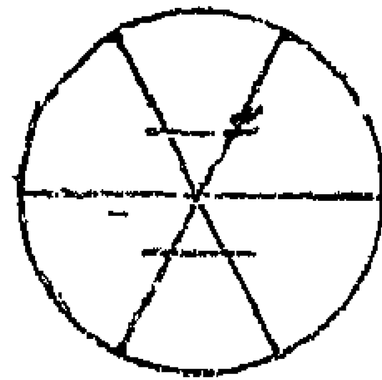
It may happen that a full stadia interval cannot be measured on the staff when the index coincides with a graduation of the vert. circle. In this event take a half interval. Let this be 4.2×2×100 = 840 ft. Turn the telescope to bring the index to the nearest division and read the point at which the lower of the two wires used cuts the staff. Let this be 7.2. The required middle wire reading will then be 4.2 + 7.2 = 11.4. Proceed as before.

To determine Horiz. distance. — the H graduations represent precentages that must be deducted from the apparent distance of the staff as derived from the stadia intercept. As before a full stadia interval should be measured on the staff when the index coincides with a graduation of the circle, Let the stadia interval be 8.40 and the index coincide with the 10 per cent graduation (representing an angle with the horizontal of (18° 26′ 10″). Then the horizontal distance will be 840 ft less 10 per cent = 756 ft.


Fig 6


Fig. 7


Fig 8


Fig. 9

Standard theodolite Recticule Rulings

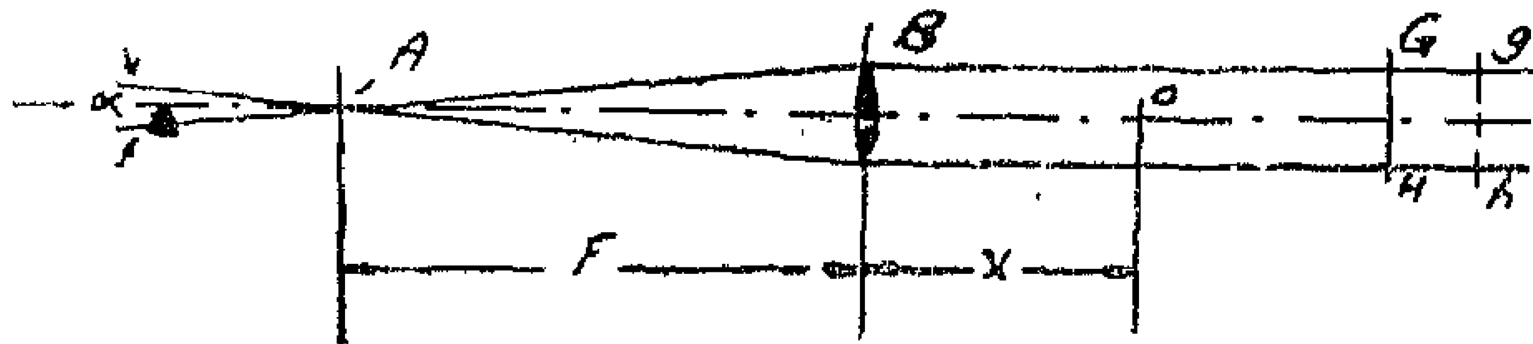


Fig. 10

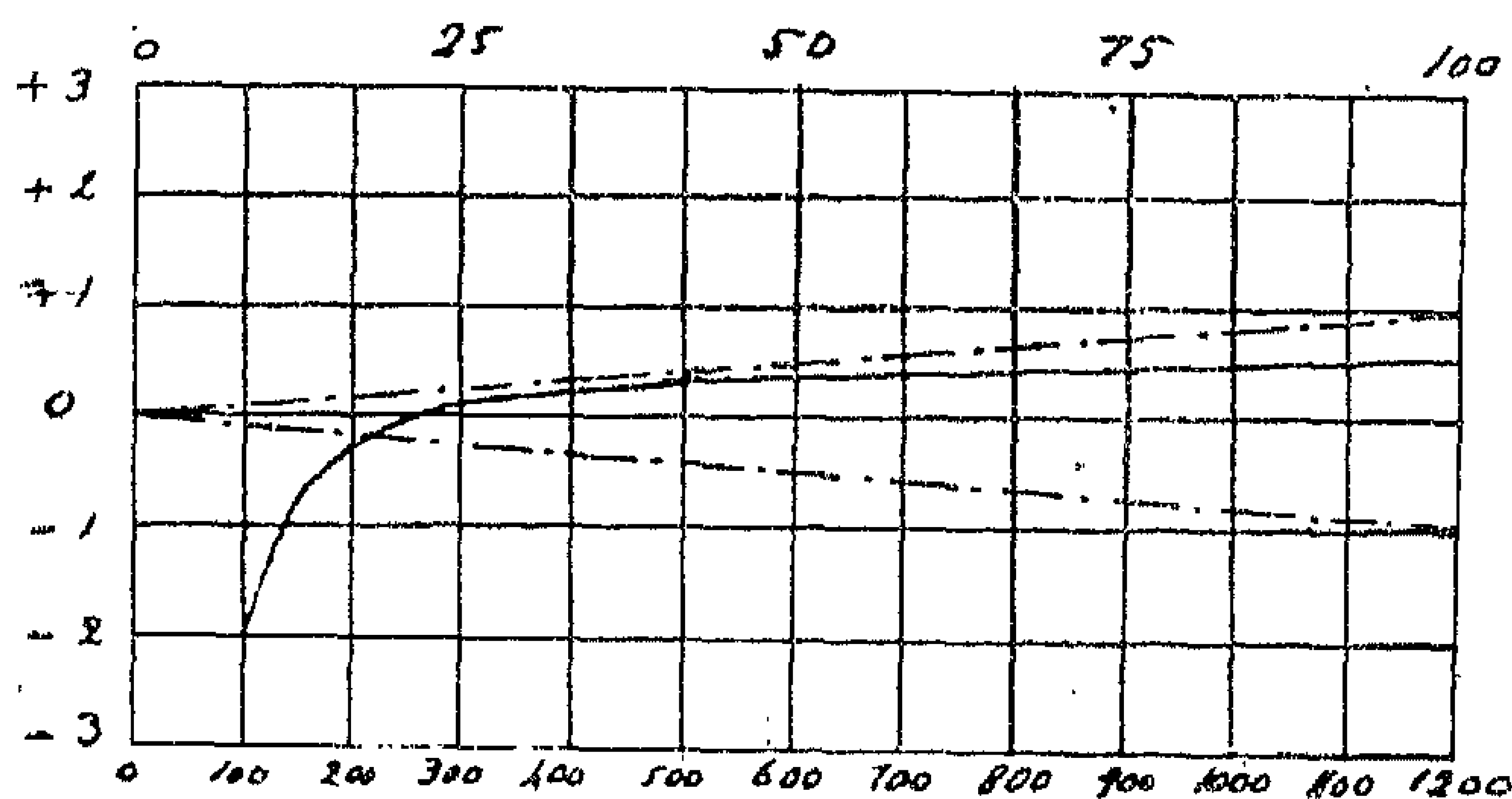


Fig 11

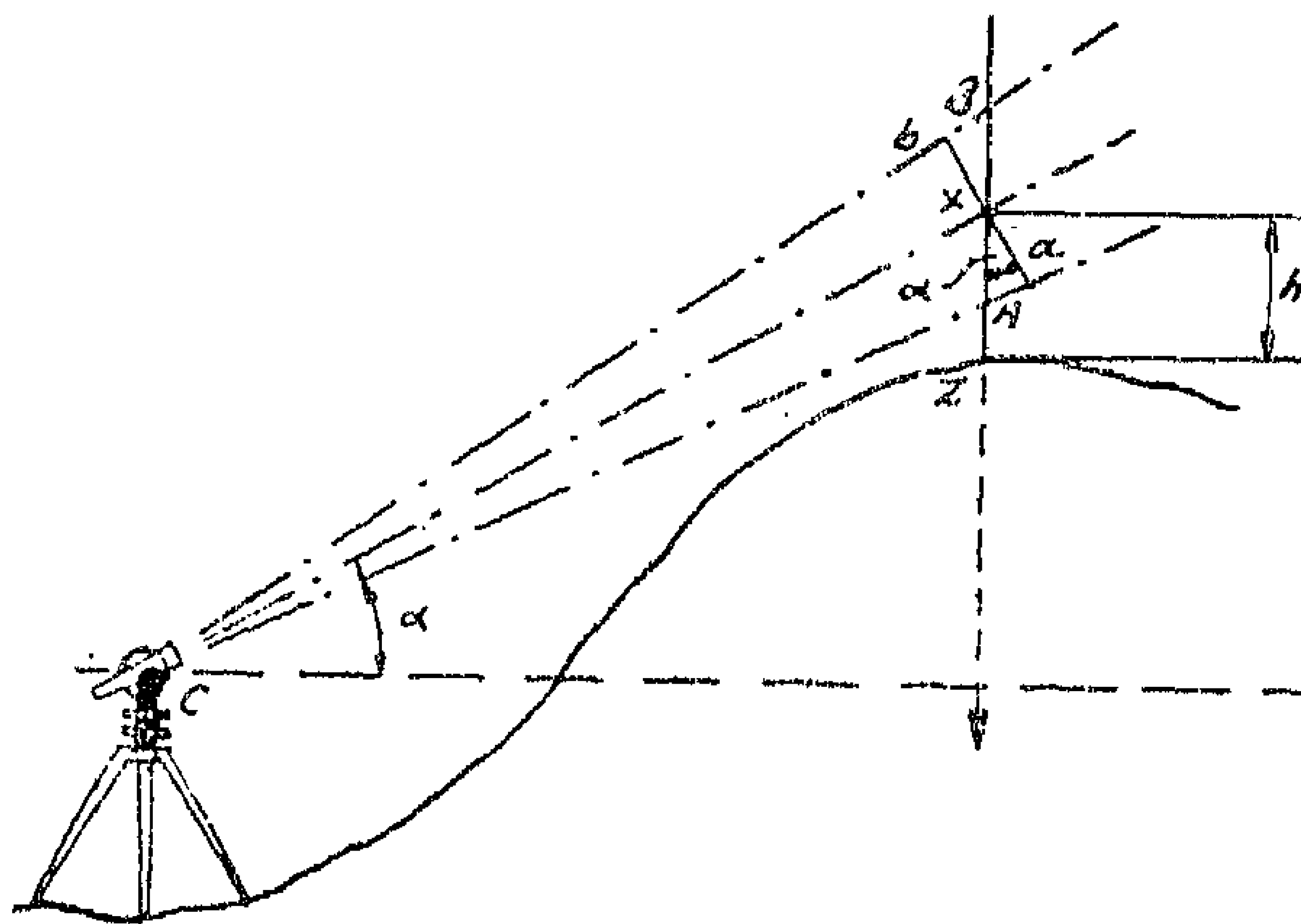


Fig. 12

H = horiz dist. of target
K = instrument constant
C = centre of theod
α = angle of elevation
CY = horiz. dist. (H)

V = vertical dist. of target
ℓ = staff intercept AB
h = middle wire staff reading
CX = dist. of instr. from staff
ZY = vertical hight (V)

that is why glass filters are frequently damaged in the former position by solar rays while spider webs are unaffected in the latter.

10. **The Stadia:** It is possible to determine distance by means of a telescope if two marks subtending a known angle at the objective are fixed in the field of view and the telescope is sighted and focused on an object of known length, as, for instance, a levelling staff. the whole may then be regarded as an external-base rangefinder.

The usual stadia interval is one part in one hundred and the webs or marks therefore subtend an angle of 2.063 seconds at the telescope objective. If a staff is held normal to the line of sight at some distant pt and its image is carefully focused in the focal plane of such telescope, the length of the staff visible between the two stadia marks will be approx. one-hundredth part of the distance of the staff from the telescope objective.

In actual practice the divisions of a distant staff will not be resolved in the field of view of the telescope, and, if the staff is brought nearer until the divisions can be resolved, the telescope will require re-focusing, when the distance from the objective to the focal plane will be increased and the marks will no longer subtend the correct angle at the objective.

11. **The simple External focusing Telescope** : In this instrument the marks subtend an angle at the objective which depends on the distance of the objective focused, since this affects the seperation between the objective and reticule. If the eye-end only is moved in the act of focusing there is one fixed pt outside the telescope to which all subtense measurements may be correctly referred. The distance of this pt from the centre of the instr. is known as the "constant" and must be added to the observed distance, i.e. 100 stadia intercept. The proof is as follows :

In fig 10, B is the object-glass, A the anallactic pt. situated on the axis of the telescope and at a distance, F, in front of B, equal to the focal length of the object-glass. O is the centre of the instr. GH the focal plane of the object-glass for infinite rays, gh the focal plane of the object-glass for objects at short distance, and x the dist. of the obj. glass from the centre of the instr.

Let two principal rays, in the plane of the fig., make equal angles with the axis of the telescope and pass through the anallactic pt A, after refraction by the object-glass B they will emerge parallel and meet the focal plane GH and g h in the pts G, H & g,h. The marks G, H & g,h are spaced to correspond to a particular value of the angle and between the principal rays and it will be seen that, since the pencils of rays (of which two principal rays only are shown) must form their image pts at positions along the parallel principal rays between the planes G H & g h, the same system of marks will always correspond to the same angle and, no matter in what plane the pencils of rays form their image pts.

All distances deduced from the stadia intercept are therefore referred to the anallactic pt A, and can be corrected to the centre of the instr. by adding a linear constant F + X. We have assumed the dimentions of X to be constant, which will be the case if the focusing adjustment takes place at the eye-end of the telescope.

If the adjustment takes place at the object-glass end, the constant becomes F + x + y, where y is the distance through which the object-glass is moved from its position of focus for infinitly distant object in order to focus on a near object.

12. **The internal-focusing telescope** : — The modern telescope is internal — focusing and the focal length of the objective system varies with the distance of the object focused. The "constant" is, therefore, variable and the possibility at once suggests itself of so choosing the powers of the lenses forming

tized by the combination of glasses with different optical characteristics, and a modern telescope is made up of seven and sometimes eight lenses.

9. Optical Definitions :

Aperture (A) : The diameter of the bundle of rays received and passed by the objective.

Equivalent Focal length (F): The distance from the second principal plane of the objective combination to its focal plane at infinity focus. When an internal — focusing lens of negative power is fitted the second principal plane may be situated some inches outside the telescope (Fig. 4 & 5).

Actual field of view (a) : The angle that the field of view subtends at the focal length of the objective system. This may be determined by bringing the image of an object first to one side of the field of view and then to the other and obtaining the diff of the two circle readings.

Apparent field of view (A') : The angle that the field of view subtends at the focal length of the eyepiece system.

Ramsden circle (RC) : The image of the aperture of the objective formed by the eyepiece. Its position outside the eyepiece should be such that it may coincide with the position of the observer's eye. The product of its diameter and the magn. equals the aperture of the objective. Thus A = M. (RC).

Magnification (M) : The relationship between the angular subtense of the object and its image. It may be obtained by dividing the focal length of the objective system (Fo) by that of the eyepiece (Fe).

Thus $M = \frac{FO}{FE} = \frac{a'}{a}$ approximately $= \frac{A}{(RC)}$.

Anallactic Point (AP) : The point to which stadia measurements are correctly referred. It is not near the point of intersection of the vert. and horiz, axes of the theodolite a correction must be applied. Nowadays, however, there should be practically no anallax in a stadia telescope.

Brightness of image (I) : The absolute illumination of the image is directly proportional to the square of the aperture and inversely proportional to the square of the magn. Thus $I = C \times \frac{A^2}{M^2}$ C (RC)² in which C = constant depending on the number and thickness of lenses and the optical characteristics of the glasses used.

Since I has been shown to be proportional to the square of (RC), the eye of the observer will receive more and more light as the aperture of the objective is enlarged until RC is equal to the diam (d) of the pupil of the sye, after which no further improvement will result. For optimum conditions of brightness of image the aperture of the objective should therefore equal the product of the magn. and the diam. of the pupil of the observer's eye; thus A = Md.

Note : If a telescope is directed at the sun the cncentration of light and heat in the Ramsden Circle is sufficient to cause permanent injury to the observer's eye, and sun glasses must be used as a means of protection. With a focal length of 9 inches the diam. of the primary image of the sun will be approx. 0.083 inch, and all the pencils of rays from the sun received by the objective will focus within this area. From this it follows that the intensity of the light concentration in the Ramsden circle is nearly twice as great as in the focal planee.

The magnification employed is usually 16 per inch of aperture, so that the diam. of the R.C. will be approx. : 0.06 inch and every ray received by the objective passes through this circle, known also as the exit pupil.

Since $\frac{225}{36} = 6$ approx, the intensity of the light concentration in the RC. is nearly six times as great as in the focal plane, and

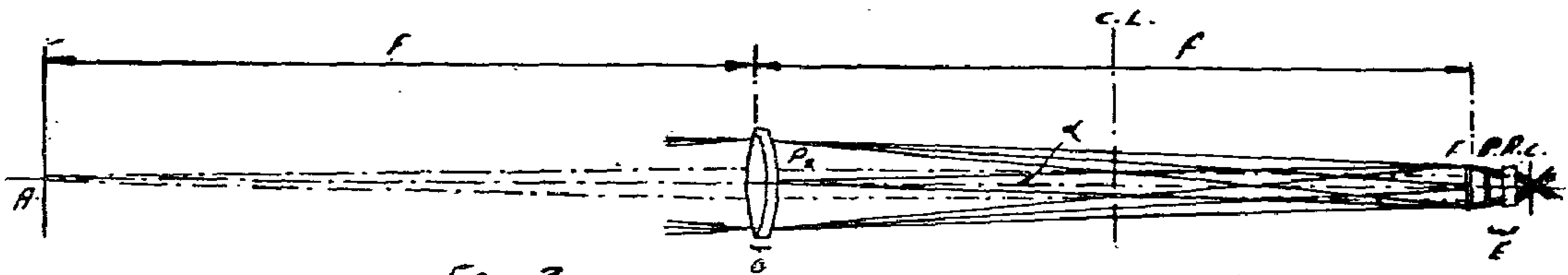


Fig. 3

Fig 3-5 indicate to uniform scale three stages in the evolution of the telescope all having the same magnification, field of view & aperture

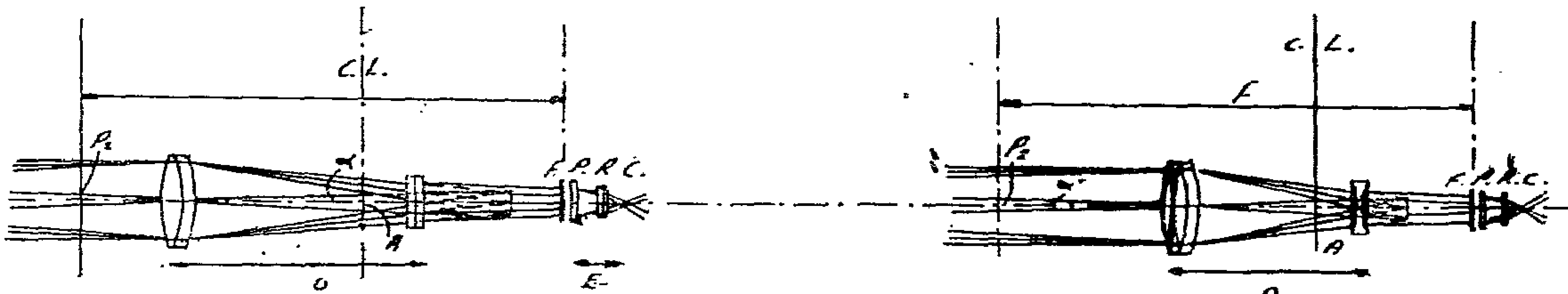


Fig 4

Fig. 5

* A = anallactic pt

E = eye-piece system

C.L. = centre of theodolite

R.C. = Ramsdin circle

α = field of view

F.P. = focal plane

O = objective system

P_2 = second principal pt.

The addition of the internal-focusing lens enables the anallactic pt A to be brought to the centre line C.L. of the instr. & the pt P^2 to be positioned outside the objective with a consequent great reduction in mechanical length

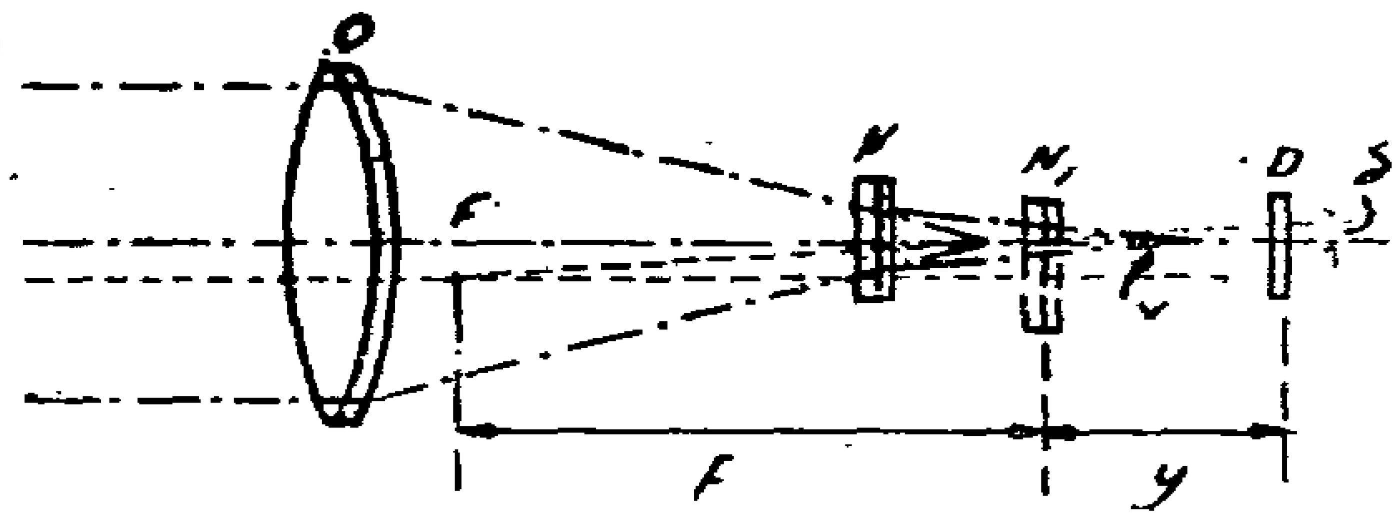


Fig 1

O = objective

N = Negative lens, a focus

N_1 = " " , near focus

D = Reticule or diaphragm

Y = distance of N_1 from focal plane

F = anterior focal point of N_1

F = focal length of N_1

δ = lateral displacement of image

x = lateral displacement of N_1

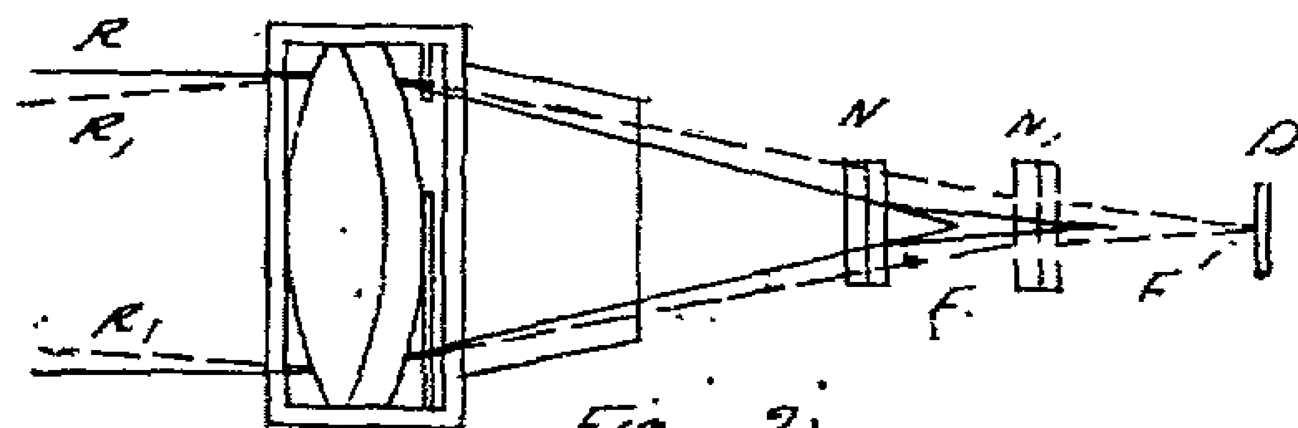


Fig 2

Section of internal focusing telescope.

tage lies with the internal focusing telescope, which is now generally adopted by the best-known makers.

6. The negative lens is required to move axially as a means of focusing and there should be a minimum of lateral displacement. Actually a lateral movement of the focusing lens produces a much smaller displacement in the field of view than would an equal movement of the objective.

If at short-distance focus the negative lens moves laterally through a distance X, the displacement of the image in the focal plane is such that $\delta = \frac{XY}{f} = \frac{1}{4} x$ app. Had the objective moved similarly the image would have been displaced through a distance x (v. fig. 1)

Parallel rays RR (fig. 2) from a distant object would be focused by the objective O to form an image in the focal plane F, but the interposition of the negative lens N causes the rays to focus in the reticule at D. Divergent rays R'R' from a near object would be focused by the objective O to form an image in the focal plane F'F', but the interposition of negative lens at N' causes the rays to focus at D as before.

7. The operture ratio of the old external — focusing telescope (Fig. 3) was generally about eight to one, so that an aperture of 1.5 inch corresponded with a focal length of about 12 inches. By the use of more suitable optical glasses and greater skill in optical computation it has been found possible to construct three lens objectives of 1.5 inch aperture and 4.5 inch focal length (Fig. 5). But in order to obtain a magn. of 24 with such objective the focal length of the eyepiece must be 1/6 inch, which would be inconvenient to use. If, however, such an objective is combined with a negative focusing lens the focal length of the system is increased without a corresponding increase in the length of the telescope, so that the use of an eyepiece of inconveniently short focal length and inadequate eye clearance is no longer necessary. The image corresponds exactly to that which would be formed by a telescope of the external focusing type of considerably greater length and the eye clearance is adequate.

If also the power of the focusing lens is correctly chosen in relation to the other factors, all distances obtained by the stadia are referred to a pt very close to the centre of the instr., as will be shown later.

8. The special optical requirements of the objective (ext-focusing) or of the objective and focusing lens int-focusing are that they should be well corrected for spherical aberration, chromatic aberration and coma.

The aperture of the object-glass is filled by pencils of rays from points in the distant object and the lenses should cause them to converge to form corresponding image points in the focal plane of the reticule. The marks on the latter are magn. by the eyepiece, as well as the image formed by the objective.

If, instead, a continuous object, a star is chosen, provided that the bojective is well corrected, the image in the focal plane will be a minute disc of light with a sensible diameter. If the image is traversed across the field of view, it will be seen that it changes little over the central half, but at the edge some astigmatism will be present and will assume a cruci form appearance, breaking up into two focal lines at right angles to one another. It is not practicable to eliminate this defect and it is of little account, since the edge of the field is used as a finder only and all critical scruting of the image is carried out in the central half.

It is also important that the image should be free from colour fringes, which indicate the presence of of cromatic aberration. If the latter is present a star image formed at the edge of the field will take the form of radial spectrum. The presence of coma is indicated by side flare of the oblique image towards or away from the axis.

The objective or objective system, and the eyepiece, are independently achroma-

An over-magnified image appears blurred and vague, and if errors of pointing are alone considered this is a disadvantage. In addition, there is a rapid fall in the intensity of illumination of the image, which, when the magnification is doubled, is reduced to one-fourth, added to this there is a reduction in the acuity of the eye itself, owing to the smaller diameter of the crystalline lens in use. Thus, in the case of an objective of 1.5 inch diameter with a power of 25x the aperture of the eye that is utilized is 0.06 inch, below which it has been found inadvisable to go.

3. It has been shown that the resolution of the eye reaches its max. when the aperture of the pupil measures about 2.0 mm, and that it falls slightly to about 0.9 of the max. when the aperture is reduced to 1.50 mm.

To express the relationship in a different way, it is advisable to increase the magnification beyond a figure represented by 16 times the aperture of the objective in inches, since this implies that the diameter of the Ramsden circle or exit pupil will be 0.06 inch. Under conditions of bad lighting or atoms. tremor the ratio may well be reduced to 12 times or even less.

With such a telescope of 1.5 inch aperture it will be possible under good atmos. conditions to point on objects with accuracy of less than 0.5 sec., so that the angle through which the telescope is swung will correspond to the actual angle between two external objects with a max. error of less than 1 sec. When, as is after the case, the atmos, conditions are imperfect, the accuracy of pointing will be reduced, but, as these external errors are generally of an accidental nature, they will cancel out if a sufficient number of pointings is made. This is one reason why it is customary in 1st order work to measure an angle 16 times, as a further precaution, the horiz. circle is rotated $22\frac{1}{2}°$ between each determination in order simultaneously to average out errors of dividing.

4. The line of sight of a telescope is the straight line joining the optical centre of the objective to the sighting mark, and as the position of the latter is adjustable so also is the line of sight.

The telescope has also a line of collimation, this, in the case of a normal transit theodolite, is a special line of sight which, as the telescope is swung, sweeps out a plane normal to the transit axis at all focal settings.

The object of the adjusting screws fitted to the sighting mark is to permit the line of sight to be made as nearly coincident as possible with the line of collimation of the telescope and so to reduce errors of observation.

5. Formerly the means of focusing consisted of a rack and pinion movement which moved the objective towards or away from the reticule. Such telecopes, consisting of an objective and a reticule, had the advantage of simplicity, but the disadvantages that they could not be sealed against moisture, that they varied in length and balance, and that distances obtained by the stadia method were referred to a point well outside the telescope.

This form of telescope has been replaced by the internal-focusing type, which has the disadvantage of two more glass-air surfaces and the advantages that the telescope is shorter, of constant length and easily sealed, that the balance is little disturbed by a change of focus, that distances obtained by the stadia method can be automatically referred to the centre of the instrument and that the collimation is affected very little by change of focus. The disadvantage of additional glass-air surfaces is that each inevitably scatters some five percent of the incident light, that the image is in consequence not quite so brilliant not quite so well contrasted. In spite of this, the advan-

THE SURVEYORS TELESCOPE

By

Dr. MAHMOUD TOLBA & **Eng. ABD EL-HAMID EL-KOSHAIRY**

Professor, Faculty of Engineering Cairo University — *Lecturer. Faculty of Engineering Cairo University*

1. With open sights a good shot may not err by more than 2.5 cms in 90 ms, but this represents an error of about one minute of arc. With a telescope, even of unit magn., a higher degree of accuracy is possible when an aiming mark is placed in the common focal plane of the object — glass and eyepiece. The aiming mark, and the image of the object are now in the same plane, while previously the eye was called upon to align three objects in different planes, namely, the back sight, the foresight, and the target. With this new arrangement an accuracy of 10 secs. of arc may be possible under ideal conditions, but this is not nearly good enough for the surveyor. If now the immage of the object and the aiming mark are magnified, say, twenty times, the 10 secs. will be reduced to 0.5 sec. and very accurate pointing will be possible.

A telescope is, therefore, an essential part of an accurate theodolite, and in its simplest form must consist of an objective, an aiming mark or reticule, and an eyepiece. Not only does the telescope increase the accuracy of pointing, but the magnification (say 20 x) image of the object reveals greater detail to the eye and approximates under good seeing conditions to the appearance it would have if the eye viewed it from one twentieth of the distance away.

With bad atmospheric conditions the relationship no longer holds except as regards the size of the image since an eye placed at one-twentieth the distance would only look through one-twentieth of the intervening atmosphere. Under such conditions the appearance of the telescope may be very disappointing, it may even be possible to see an object with the naked eye and yet impossible to pick up its image in the field of view of a telescope possessing considerable magnification. It would be unreasonable to blame the telescope for this state of turbulence, and the best course is to substitute an eyepiece of lower power in order to reduce magnification.

2. The ability of a perfect telescope to reveal detail to the eye is governed by the aperture of the objective and degree of magnification of the image. Thus an objective of 3.8 cms aperture can clearly resolve 2 points separated by three seconds of arc; this property is of great value when distances are being measured by the stadia reading of a divided staff. The unaided eye can resolve an angle of about one minute so that a magnification of 20x is required before the eye can see all that the object-glass is able to disclose in the image. Further magnification is spurious in the case of a normal eye since there is nothing more to reveal, though a little additional magnification is justified to assist a sub-normal eye. It will be realized from the foregoing that the errors in pointing a telescope may be considerably less than the minimum angle that can be clearly resolved.

EDITING COMMITTEE

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretarial at the address of the Egineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subccription for engineers : P.T.60 per annum.

Subscription for others : P.T. 200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,
28. Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106

ADVERTISEMENTS

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

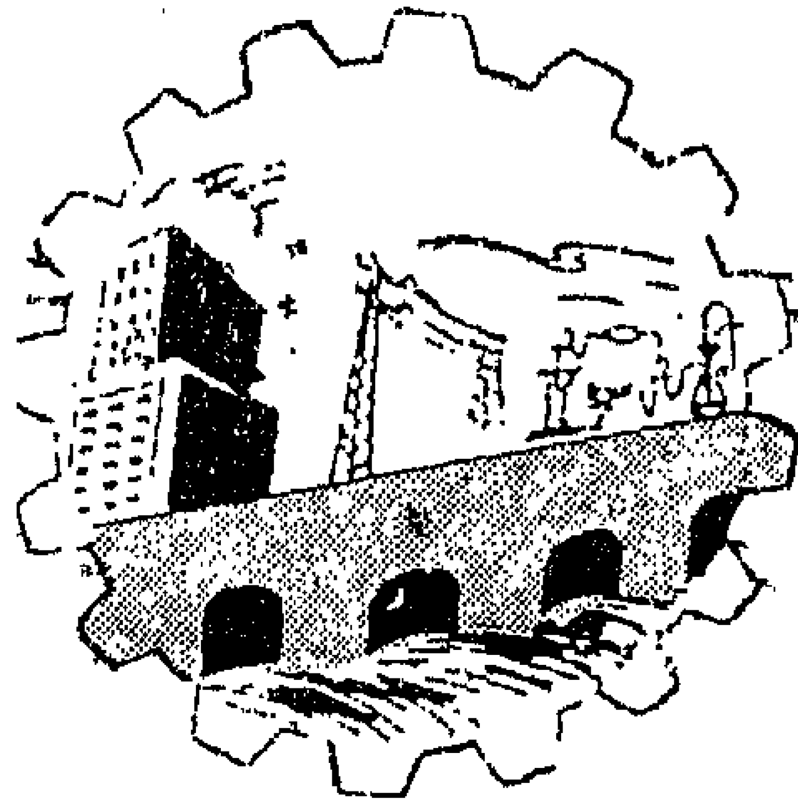
QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDIFGS
ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO
Vol. IV — No. 2 — Apr-May-Jun 1966

CONTENTS

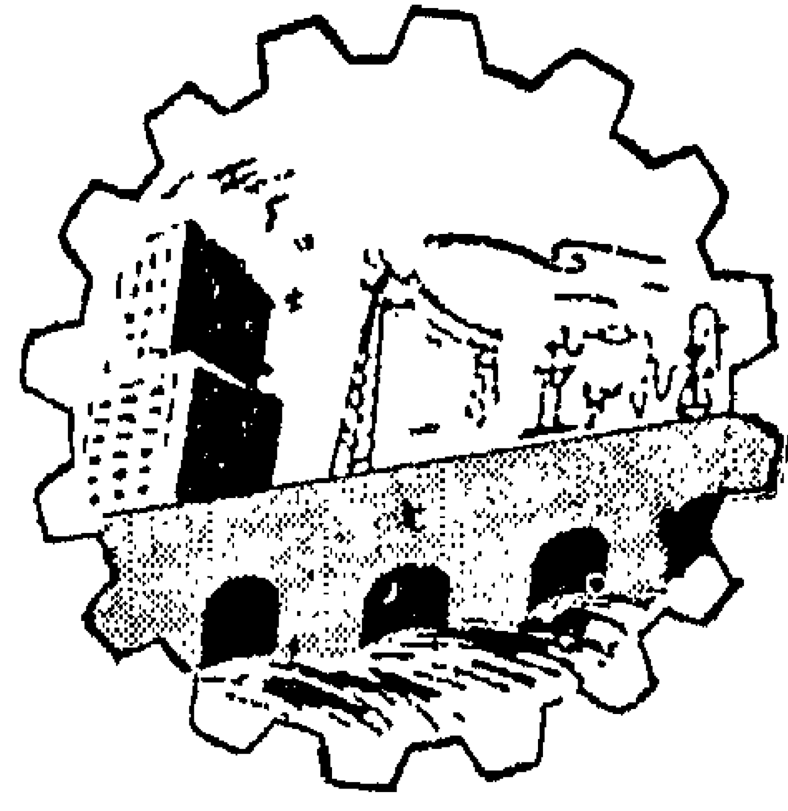
ENGLISH SECTION

ARABIC SECTION



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U. A. R.

Apr-May-Jun
Vol. IV
No. 2



مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العدد الثالث | المجلد الرابع | يوليو - أغسطس - سبتمبر ١٩٦٦

مجلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية ــ تصدرها كل ثلاثه شهور جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة الخامسة العدد الثالث يوليو ــ أغسطس ــ سبتمبر ١٩٦٦

محتويات العدد

القسم العربى

القسم الانجليزى

بيـانات :

مقر المجـلة :

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٢١٠٦

الاشتراكات :

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوى

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	٦٠ قرش	٢٠٠ قرش

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية ، أى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر وتعبر عن رأى كاتبها فقط

لجنة التحرير

تقديم

التنمية الصناعية ضرورة للدول النامية :

تواجه الدول النامية فى افريقيا وآســـيا وأمريكا اللاتينية تحديا لابد من مجابهته ، فانها تعيش فى عالم أوجد فيه العلم والتقدم الصناعى فى الدول المتقدمة اقتصادا يتزايد ويتسع عاما بعد عام بينما تسعى الدول النامية جاهدة الى المشاركة فى هذا التوسع حتى لا تقتصرها الدول الكبرى بأن ترغمها على أن تكون دائما الممونة لها بالمواد الخام والسوق الرائجة لمنتجاتها الصناعية ، فتفقد تدريجيا نصيبها الراهن من التجارة الدوليـــة والثروة ، بينما يثقل كاهلهـــا عبء التزايد المستمر فى عـــدد السكان ، وما تتطلع اليه الجماهير من رفع مستوى المعيشة .

وجدير بالذكر أن التجارة هى نتيجة تابعة للعرض والطلب وانه مهما صححت بعض الأوضاع فى نظم التجارة الدولية الحالية ، وعـدلت لصـــالح الدول النامية (قرارات مؤتمر جنيف للتجارة والتنمية عام ١٩٦٤) ، فان تلك الدول لن تحصل على فائدة كاملة من مثل هذه التعديلات الا اذا زاد انتاجها من السلع التى تدخل فى الأسواق العالمية ، وذلك عن طريق التصنيع السليم وزيادة الصادرات .

وقد يستمر التطور الاقتصـــادى ــ فى مرحلته الابتـدائية ــ خلال تنمية الصادرات من المنتجات الزراعية والتعدينية ، غير أنه من الملاحظ أن أسواق هذه المنتجات تنمو ببطء ملحوظ بالنسبة الى أسواق المنتجات الصناعية . وفى نفس الوقت فان الدول النامية تجابه نموا سريعا فى عدد السكان وتطلعات طموحة من الجماهير لرفع مستوى المعيشة . وتبين الاحصائيات أن زيادة قدرها ١٪ فى دخل الفرد يترتب عليها فى حالة الدول الصناعية نمو طلب الطعام والمواد الخام بزيادة قدرها ٦و٠٪ فقط ، بينما يترتب عليها فى حالة الدول المستوردة للادوات المصنعة نمو الواردات بزيادة قـدرها ٨ر١ ٪ . وهــذا بالطبع فى غير صـــالح الميزان التجارى للدول غير المتقدمة . وبذلك يصبح لزاما على الدول النامية أن تبـــادر الى تحقيق الاكتفاء الذاتى بالنسبة لمـا تحتاجه من منتجات صناعية متنوعة ، والا تعثر تقدمها بسبب اختلال ميزان مدفوعاتها ، ومن ثم اعتمادها اقتصاديا وسياسيا على الدول الاجنبية الأكثر تقدما .

وتحتاج الدول النامية الى زيادة انتاجها من السلع الزراعية من مواد غذائية ومواد خام ، وذلك لمقابلة الاحتياجات المحلية المتزايدة وتحقيق أهداف التصدير ، غير أنه يجب ألا يفوتنا أن الاعتماد الكلى على الزراعة لا يمكن أن يصل بالدول النامية الى أهداف التقدم المنشود ، اذ يجب أن تقوم الصناعة فيها ــ بجانب الزراعة ــ بنفس الدور الذى قامت به فى الدول المتقدمة ــ حيث ساهمت التنمية الصناعية بأكبر نصيب فى زيادة الدخل وحسن توزيعه ، وهى بما تتيحه من تنوع فى الانتاج وتعـدد فى المنتجات ، وبما تســـتهدفه من كسب الأسواق والتجارب مع رغبات

المستهلكين ، تهيىء المدى الفسيح للابتكار والابداع . والتنيمة الصناعية هى السبيل لحسن استخدام الفوائض والمخلفات الزراعية ، فضلا عن أنها تساعد على تصحيح الهيكل الاقتصادى وتحسين ميزان المدفوعات ، كما تفتح مجالات العمل المجزى للقادرين عليه والراغبين فيه ـ مما يؤدى الى رفـع مستوى المعيشـة والاستمتاع بالحيـاة .

وليس هنـاك تنـاقض بين الزراعة والصـناعة ، اذ يجب تخطيط التنمية الاقتصادية فى الدول النامية بحيث يدعم ويقوى هـذان القطاعان أحدهما الآخـر . كما يجب أن تولى الصناعات الثقيلة ما تستحقه من عناية خاصة اذ بواسطتها يمكن خلق أدوات الانتاج الجديدة ، وانجاز التطور الاقتصـادى ذاتيا مـع ارسـائه على أسس سليمة دون الاعتماد على المؤثرات الخارجية .

كذلك فان الاهتمام الكبير يجب أن يصل الى الصناعات الاستهلاكية ، اذ أن هذه الصناعات فضلا عما تفتحه من أبواب كثيرة للعمل تسد جزءا هاما من مطالب الاستهلاك ، وتوفر مصادر قيمة من النقد الأجنبى ـ ثم هى تتيح فرصة للتوسع فى التصدير الى أسواق لم تصل فيها بعد الى مركز المنافسة فى الصناعات الثقيلة على المستوى العالمى .

كما يجب العناية بالصناعات الغذائية التى تقدر أكثر من أى سبيل آخر على دعم اقتصاديات الريف ، كذلك فان فيها احتمالات كثيرة لاسواق فى الدول المتقدمة التى يرتفع فيها الطلب الاستهلاكى ، بارتفاع مستوى المعيشة فيها .

التعاون مع الدول المتقدمة والتكامل بين الدول النامية :

ولا جدال فى أن الدول النامية الخارجة بالآمال الكبار بعد التخلف الطويل فى حاجة ماسة الى التعاون مع غيرها من الدول المتقدمة فى سبيل بناء وتدعيم كيانهـا الجديد . الا أنه من الضرورى لها حتى لا يلتبس عليها الأمر وهى فى هذا المفترق فتخدع بالطريق السهل الذى يعيدها الى حيث بدأت ، أن تحدد علاقاتها بالدول المتقدمة فى اطار تعاون دولى متكافىء النفع للاطراف المشتركة فيه لا تشوبه شائبة من شوائب الاستغلال أو فطنة من فطان التهم والشبهات .

ذلك لأن تحرر الاقتصاد الوطنى هو المعيار الأساسى للاستقلال الأصيل .. ومن الضرورى أن يعاد تنظيم العلاقة بين الدول النامية المنتجة للمواد الأولية والخامات وبين الدول المتقدمة فى الصـناعات ، على أسس عادلة تضمن مصالح الأطراف المعنية وتعيد الثقة الى القلوب التى امتلأت بالمآسى والعقد خلال الأعـوام المـاضية ، فى سبيل تدعيم التضامن والرخاء العالمى .

ان محاولات الدول النامية فى سبيل التنمية الاقتصادية بعد تحررها سياسيا لا يمكن أن تتم فى فراغ .. انها عملية صعبة ومتشابكة وتحتاج لتضافر جميع الجهود الاقليمية والدوليـة . ولا جـدال فى أن شعوب الدول الناميـة المتشـابهة المشاكل والظروف أحوج ما تكون الى تعزيز التعاون والتكامل فيما بينها ، فى سبيل استغلال الموارد والخبرات المتوفرة فى بعض أجزائها لصالح المجموعة بأسرها . ولن نستطيع أن نسير فى تعاوننا وتكاملنا بمعزل عن الدول المتقدمة الفنية بالامكانيات والخبرات . الا أنه من الأهمية هنا أن نعود فنؤكد انه من الضرورى أن تدرك تلك الدول ادراكا تاما حقيقة وعمق التطور الذى حققته شعوبنا وبلادنا ، وحرصنا جميعا على تجنب أية شائبة تشوب حرياتنا واستقلالنا عند ابرام أية اتفاقات ثنـائية .

كما أنه من الضرورى فى هذه المرحلة الحاسمة من تاريخ التطور العالمى ، أن تعنى الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة ببذل مزيد من العون الفنى والمادى للدول النامية المتحررة فى سبيل تدعيم سيادتها ، ورفع مستوى معيشة أبنائها واتاحة الفرصة لهم للمساهمة مع أبناء الدول المتقدمة فى بناء مجتمع عالمى جديد تسوده المساواة والمحبة والسلام .

المؤتمرات الاقليمية للتنمية الصناعية فى الدول النامية :

وقد نظمت الأمم المتحدة بناء على قرار جمعيتها العمومية مؤتمرات اقليمية أربعة لدراسة مشاكل التنمية الصناعية فى الدول النامية تمهيدا لعقد مؤتمر دولى للتنمية الصناعية خلال العام القادم ١٩٦٧ .

وقد قامت الأمم المتحدة فى سبيل عقد هذه المؤتمرات الاقليمية باجراء اتصالات تمهيدية مع الدول النامية الأسيوية والافريقية والعربية ، وكذلك دول أمريكا اللاتينية عن طريق مركز التنمية الصناعية بنيويورك واللجان الاقتصادية الاقليمية فى القارات الثلاثة .

ونتيجة لهذه الدراسات والاتصالات اتفق على أن يشمل جدول أعمال كل من المؤتمرات الاقليمية بحث ومناقشة الموضوعات الرئيسية التالية :

١ ـ أوجه النشاط فى مجال التنمية الصناعية ومشاكلها بالدول المعنية .

٢ ـ موقف بعض الصناعات الهامة مثل الصناعات الهندسية والحديد والصلب .

٣ ـ بعض المشاكل الرئيسية المتعلقة بالتنمية الصناعية فى الدول النامية مثل تخطيط المشروعات وتقييمها ، وتدريب القوى العاملة الفنية والادارية . .

٤ ـ مناقشة موضوعات التجارة الخارجية والاقليمية ، وكذلك التكامل الاقتصادى والصناعى بين الدول النامية .

٥ ـ بحث دور المعونات الفنية والتمويل الخارجى فى النهوض بالتنمية الصناعية ، وخاصة ما يتصل بسد الثغرة القائمة بين مرحلة دراسات الجدوى الاقتصادية للمشروعات الصناعية ومرحلة تمويل هذه المشروعات ، وكذا وسائل تقديم العون للمنشآت الصناعية القائمة فى جهودها لحل المشاكل والتغلب على العقبات التى تواجهها فى التشغيل والوصول بها الى مستوى مقبول من الكفاءة .

٦ ـ اعداد توصيات وقرارات عن هذه الموضوعات أو غيرها من الموضوعات التى قد تنبثق عن المداولات لعرضها على المؤتمر الدولى للتنمية الصناعية تيسيرا الوصول الى مقترحات ايجابية للنهوض بالصناعات المختلفة والانتفاع بالمعونات الثنائية أو متعددة الأطراف فى النهوض ببرامج التصنيع فى الدول النامية .

وقد عقد أول المؤتمرات الاقليمية الأربعة فى مانيلا خلال شهر ديسمبر ١٩٦٥ للدول الآسيوية ، ثم عقد من بعده مؤتمر القاهرة للدول الأفريقية فى أواخر شهر يناير وأوائل شهر فبراير ١٩٦٦ ، ثم تلاهما مؤتمر الكويت للدول العربية خلال العشرة أيام الأولى من مارس ١٩٦٦ ، أما المؤتمر الرابع الخاص بدول أمريكا اللاتينية فقد عقد بسانتياجو فى منتصف مارس ١٩٦٦ . وقد حرصت الجمهورية العربية المتحدة على أن تساهم ايجابيا فى المؤتمرين الأفريقى والعربى .

المؤتمر الافريقى للتنمية الصناعية :

رحبت الجمهورية العربية المتحدة بأن تكون المضيفة لهذا المؤتمر الذى عقد بالقاهرة فى الفترة بين ٢٧ يناير الى ١٠ فبراير ١٩٦٦ . وهيأت له جميع الامكانيات التى ساعدت على نجاحه وتحقيق أهدافه . وقد اشترك فيه أكثر من ٣٥٠ عضوا يمثلون ٣٦ دولة أفريقية يرأس وفد كل منها أحد الوزراء المختصين . وقد تقدمت الجمهورية العربية المتحدة الى هذا المؤتمر بحوالى ١٧ تقريرا هى :

عدد

١ تقرير عن التنمية الصناعية فى ج.ع.م .

١٠ تقارير عن بعض القطاعات الصناعية ، وتشمل صناعات الغزل والنسيج والمنتجات الغذائية والهندسية واللب والورق والكيماويات الأساسية والحديد والصلب ومواد البناء والأسمدة والصناعات الصغيرة .

٦ تقارير عن بعض النواحى المتعلقة بالتنمية الصناعية كأسس الأولويات وأثر الظروف المحلية على تقييم المشروعات والتصميمات الصناعية والمواصفات الصناعية والتدريب المهنى .

كما أقامت الجمهورية العربية المتحدة معرضا صناعيا خلال فترة انعقاد المؤتمر لتوضيح مدى التقدم الذى أحرزته فى المجالات الصناعية المختلفة ، كما قامت بتنظيم زيارات لأهم المصانع فى مختلف أنحاء الجمهورية .

وقد شكل المؤتمر من بين أعضائه لجنتين رئيسيتين :

اختصت اللجنة الأولى بمناقشة الدراسات المتخصصة التى أعدها خبراء مركز التنمية الصناعية بالأمم المتحدة واللجنة الاقتصادية لافريقيا وكذا التقارير المقدمة من الدول الأعضاء فى مجال البحوث الصناعية والتدريب المهنى ورفع الكفاية الانتاجية والمواصفات والمعايير والتمويل والتسويق .. الخ .

واختصت اللجنة الثانية بمناقشة التقارير والدراسات الآتية :

(أ) التقارير التى أعدها خبراء مركز التنمية الصناعية بالأمم المتحدة واللجنة الاقتصادية لافريقيا عن التطور الصناعى فى مناطق شمالى وشرقى وغربى أفريقيا ، وكذا عن موقف القطاعات الصناعية فى أفريقيا .

(ب) تقارير الدول وهى تتضمن عرضا وافيا للتطور الصناعى فى الدول واتجاهاته الحديثة والمستقبلة والبرامج المعتمدة للهيئات والمؤسسات المسئولة عن تنفيذ برامج التنمية الصناعية ، وكذلك موقف المعونات الأجنبية فى هذا المجال .

وقد توصلت اللجنتان خلال اجتماعاتهما الى نتائج وتوصياته ، كما عقد المؤتمر العام عدة جلسات لمناقشة ووضع التوصيات العامة فى مجال مشاكل التنمية الصناعية وأسس التعاون وتبادل الخبرات والتمويل الداخلى والخارجى . وقد أعدت لجان الصياغة ثلاثة تقارير مستفيضة اعتمدها المؤتمر فى جلساته الختامية ، وهى :

— تقرير اللجنة الأولى : ويتضمن التوصيات والقرارات فى مجال : التخطيط الصناعى وتقييم المشروعات — القوى العاملة — تمويل التنمية الصناعية — التمويل الداخلى والتمويل الخارجى — البحوث الصناعية — النقل والتصدير — التوحيد القياسى — الصحة الصناعية — الاحصاء الصناعى فى افريقيا .

— تقرير اللجنة الثانية : ويتضمن التوصيات والقرارات فى مجال القطاعات الصناعية المختلفة : الصناعات الهندسية — الحديد والصلب — الألومنيوم — الكيماويات — الصناعات القائمة على الغابات واللب والورق — صناعة مواد البناء فى افريقيا — المنسوجات — الصناعات الزراعية — الصناعات الصغيرة — الصناعات الدوائية .

— تقرير الجلسات العامة : ويتضمن التوصيات العامة للمؤتمر فى مجال التنمية الصناعية — مشاكل التصنيع فى الدول المختلفة — معاهد التعاون الاقتصادى — التوصيات العامة لمعالجة المشاكل ودفع عجلة التنمية الصناعية .

المؤتمر العربى للتنمية الصناعية :

برغم ما قد يشار من قيام بعض أوجه الاختلاف بين الدول العربية من حيث مناهجها الاقتصادية والاجتماعية والسياسية والتفاوت بينها من حيث مراحل التنمية فقد يكون من الخير قيام نوع من التنسيق فى التنمية الصناعية بينها وذلك للاسباب التالية :

١ — ان التباين القائم بين الدول العربية من حيث عدد العمال ورؤوس الأموال والامكانيات والموارد الطبيعية يتيح لهذه الدول أن تكمل بعضها البعض عن طريق التنسيق بينها بحيث يمكن قيام نهضة صناعية متكاملة فيما بينها .

٢ — أن من أهم مقومات النجاح للصناعات الكبيرة توفر السوق الذى يستوعب قدرا مناسبا من انتاجها وهذا يفرض علينا أن نحدد الهدف من التخطيط للمشروعات الصناعية الكبيرة فى البلاد العربية بحيث تخدم السوق العربية كلها ولا تقتصر على السوق المحلية للبلد الذى سيقام فيه المشروع .

٣ — والتنسيق بين الدول العربية فى التنمية الصناعية يؤدى الى تقسيم العمل بينها ، اذ هو يستند الى حجم ونوع الامكانيات الطبيعية والبشرية بحيث يستطيع كل بلد عربى أن يقدم للوطن العربى فى مجموعه خير ما يستطيع أن يقدمه ، سواء من حيث جودة الانتاج أو تكلفة الانتاج فضلا عن القدرة على المنافسة فى الأسواق الخارجية .

٤ — كما أن انعدام مثل هذا التنسيق قد لا يتيح الفرصة الكاملة أمام الأقطار العربية الشقيقة التى تتوفر لديها بعض مقومات التنمية ولا يتوافر البعض الآخر فى حين أنه لو تم تنسيق بينها فى المجال الصناعى لتوفرت لديها الامكانيات لقيام نهضة صناعية كبرى على مستوى الوطن العربى .

٥ — وانه لما يبرز قيام تنسيق صناعى بين البلاد العربية ، وجود نوع من الترابط والتكامل بين الصناعات فى بعض هذه البلاد بحيث أن منتجات بعض الصناعات فى بلد عربى ، تصلح كمستلزمات للصناعة فى البلاد العربية الأخرى مما يدعم الصناعة ويقوى الاقتصاد العربى فى مجموعه .

٦ — وهذا التنسيق الصناعى المرجو بين البلاد العربية لابد وان يؤدى الى ازدهار الصناعة وازدياد الدخول القومية للبلاد العربية ويؤدى بالتالى الى ارتفاع مستوى معيشة العرب جميعا بخطى أسرع ومعدلات أكبر .

٧ — كما أن مثل هذا التنسيق سوف يتيح الفرص لازدياد التبادل التجارى بين البلاد العربية ، فضلا عن تيسير وسائل النقل والمواصلات التى تخدم النمو الصناعى مما يؤدى الى زيادة أواصر الأخوة بين البلاد العربية .

٨ ـ ان التنسيق الصناعى بين البلاد العربية كفيل بأن يقضى على أسباب الاختلال فى الاقتصاديات العربية بحيث لا يحدث اختناق أو اسراف فى انتاج سلعة معينة . وهكذا لا تتبدد المـوارد العـربية فيما لاطائل من ورائه فى الوقت الذى يمـكن توجيهها توجيها يحقق أعظم النفع للاقتصاد العربى .

وغنى عن البيان أن المقصود هنا بالتنسيق الصناعى انما ينصب على المشروعات الضخمة التى لا يكفى الطلب المحلى فى البلد العربى الواحد ، لاستيعاب منتجاتها ، كما ينصب على الصناعات الكبرى التى تكون اقامتها فى بلد عربى معين مجزئة بشكل أفضل من الناحية الاقتصادية والتسويقية .

ولعل مما يؤيد الدعوة للتنسيق الصناعى ويقويها ، قيام المؤسسة العربية للانماء الاقتصادى ، التى وافق المجلس الاقتصـادى لدول الجامعة العـربية على قيامهـا للمساعدة فى تمويل المشروعات الانتاجية ، والمسـاهمة فى انماء اقتصـاديات الدول العربية . كما أن قيام المجلس الاقتصادى العربى نفسه ومجلس الوحدة الاقتصادية لدول الجامعة العربية ، هى كلها خطوات فى سبيل قيام هذا التنسيق . بل أن أحكام السوق العربية المشتركة قد اتاحت قيام معاملات تفضيلية لتبادل المنتجات الصناعية العربية . .

وقد عقد المؤتمر العربى للتنمية الصناعية بالكويت من ١ الى ١٠ مارس ١٩٦٦ كما اهتمت الجمهورية العربية المتحدة بهذا المؤتمر اهتماما كبيرا تجلى فى حوالى ٢٠ بحثا تقدم بها خبراؤها اليه ـ وكذلك فى مشاركتها فى أعماله بوفد كبير ضم ١٥ عضوا يمثلون شتى المتخصصين والكفايات .

وقد استغرق المؤتمر الأيام الثلاثة الأولى فى الاستماع الى البيانات عن موقف التنمية الصناعية فى الدول العربية المختلفة . ثم شكل المؤتمر من بين أعضائه لجنتين رئيسيتين أولاهما لدراسة التقارير والبحوث المقدمة عن الصناعات المختلفة ، وثانيهما لبحث مشاكل التنمية الصناعية .

وقد واصلت اللجنتان عملهما خمسة أيام متوالية أمكن خلالها وصول كل لجنة منهما الى نتائج وتوصيات استطاعت لجنة الصياغة أن تعد عنها تقريرا مستفيضـا اعتمده المؤتمر فى جلستيه الختاميتين ، وشمل التقرير أربعة أقسام رئيسية :

تناول القسم الأول منها تلخيص الوضع الراهـن للتنمية الصناعية فى البلدان العربية ، أما القسم الثانى فشمل مجمل دراسات وتوصيات المؤتمر بشأن القطاعات الصناعية المختلفة . بينما اختص القسم الثالث بالدراسـات والتوصيات المتعلقـة بمشاكل التصنيع . وانتهى التقـرير فى القسم الرابع بتلخيص قـرارات وتوصيات المؤتمر فيما يتعلق بالتعاون العربى والدولى فى مجالات التنمية الصناعية .

موضوع هذا العدد :

ويسر لجنة التحرير للمجلة أن تخصص هذا العدد لموضوع التنمية الصناعية . وأن تضمنه التقرير الختامى للمؤتمر العربى بالكويت ، وكذا التقارير المختلفة لجان المؤتمر الأفريقى للتنمية الصناعية الذى انعقد بالقاهرة . كما يشمل العدد كذلك بعض البحوث والتقارير المختارة التى ألقيت ونوقشت فى المؤتمر العربى بالـكويت ، ومن بينها تقرير الجمهورية العربية المتحدة عن التطور الصناعى فيها ، والذى يبين الجهود الثورية التى بذلت فى مجالات التصنيع حتى يتحرر اقتصادها من الدائرة الضيقـة التى أحاطت به قبل الثورة ، ويتخلص تدريجيا من الاعتماد الكلى على الانتاج الزراعى .

التخطيط واعداد البرامج الصناعية *

لقد جنحت غالبية الدول العربية خلال الحقبة الأخيرة من الزمن نحو تبنى أسلوب التخطيط فى سبيل تحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية سريعة . وأصبح لدى العدد الأكبر من هذه الدول خطط تنمية اقتصادية واجتماعية تتراوح فتراتها من ثلاث الى سبع سنوات . كما ان هذه الخطط تتفاوت فيما بينها من حيث درجة شمولها . فالبعض منها يشمل جميع مظاهر النشاط الاقتصادى والاجتماعى فى الدولة والبعض الآخر يقتصر على نشاط القطاع العام تاركا القطاع الخـاص خارج نطاق العمليـة التخطيطية .

وقد أولت خطط التنمية المشار اليها عناية خاصة لقطاع الانتاج الصـناعى . وتبدت هذه العناية بوجه عام بزيادة الاستثمارات الموجهة نحو قطاع الصناعة بالقيمة المطلقة والنسبية عما كانت عليه قبل ولوج الدول العربية مرحلة التخطيط للتنمية الاقتصادية والاجتماعية .

ولعل فى اندفاع الدول العربية نحو تبنى الأساليب التخطيطية واعترافها بالأهمية النسبية لقطاع الصناعة الأكبر دليل على شعور هذه الدول بالحاجة الى تنظيم النشاط الانتاجى فى مجتمعاتها وفق المبادىء العلمية المتعارف عليها ولذلك فانه ليس من الضرورى فى هذا المقام التأكيد على أهمية الأساليب التخطيطية وضرورة اتباع المبادىء العلمية فى تنظيم الفاعليات الانتاجية فى المجتمع . انما يحسن ابراز بعض المشكلات التى تترافق والعملية التخطيطية سواء أكانت هذه العملية تتم على الصعيد القومى الشامل أم على صعيد القطاع الصناعى بوجه خاص .

ومن المعلوم أن العملية التخطيطية هى عملية متكاملة . فاعداد خطط التنمية الشـاملة والخطط القطاعية المختلفة يتطلب فيضـا من البيانات الاحصـائية وغير الاحصائية . وبغياب مثل هذه البيانات الدقيقة والتفصيلية تصبح خطط التنمية الموضوعة ضربا من ضروب الحدس والتكهن . وتنعدم بالتالى الصفة العلمية التى هى مظهر أساسى من مظاهر هذه الخطط وعنصر أساسى من عناصرها .

ولذلك فان الرغبة التى تحدو الدول العربية الى اتباع الأساليب التخطيطية يجب أن تقترن بالضرورة بجهد مركز لاعادة النظر بأجهزتها الاحصائية وتدعيمها حتى يتيسر لها تزويد الأجهزة التخطيطية بما تتطلبه من بيانات واحصاءات مختلفة .

(*) كلمة السكرتارية العامة فى مؤتمر التنمية الصناعية فى الدول العربية الكويت ١ ــ ١٠ مارس ١٩٦٦ .

وما يقال عن أهمية المستلزمات الاحصائية لتكون العملية التخطيطية سليمة وناجحة ينطبق أيضا على الأجهزة المولجة بتنفيذ خطط التنمية المعتمدة .

فمجرد اعداد مخطط تنمية مستوفية لشرائط التخطيط العلمى قد لا يفى بالمرام اذا لم تكن الأجهزة التنفيذية على درجة كافية من الكفاءة الانتاجية والادراك الواعى للمهام الملقاة على عاتقها .

ففى عدد غير قليل من الدول العربية التى اعدت لنفسها خططا للتنمية الاقتصادية والاجتماعية لم تعط الأجهزة التنفيذية التى يقع على عاتقها العمل على تحقيق الأهداف المتوخاة فى تلك الخطط اهتماما كافيا بل تركت تسير وفق الأساليب التقليدية التى كانت تتبعها قبل البدء بالعملية التخطيطية . واذا كانت خطط التنمية ترمى بالدرجة الأولى الى تحقيق معدل متسارع من النمو الاقتصادى والتقدم الاجتماعى فان مثل هذا الأمر لن يقيض له النجاح الكامل اذا بقيت الأجهزة التنفيذية بمعزل عن الأجهزة التخطيطية واذا استمرت فى تسيير أعمالها كما كانت تفعل فى السابق .

ومن خلال مراحل تنفيذ خطط التنمية المعتمدة تتكشف صعوبات وعقبات عديدة كما تحدث اختناقات اقتصادية واجتماعية مختلفة . ولكى يكون بالامكان ايجاد الحلول المناسبة لتلك الصعوبات والعقبات وتفادى حدوث الاختناقات لابد من وجود جهاز متابعة يوكل اليه أمر تتبع مراحل تنفيذ مشروعات خطط التنمية وتحليل نتائج التنفيذ على ضوء ما تضمنته خطط التنمية من أغراض اقتصادية واجتماعية عامة وما انطوت عليه المشروعات المختلفة من أهداف عينية محددة . ان التحليل الدورى والمتواصل لعمليات تنفيذ خطط التنمية يشكل ضمانة هامة للكشف عن الصعوبات وللتحسس بالمشكلات التى ترافق عادة تنفيذ خطط التنمية . ولذلك فوجود جهاز قوى قادر على متابعة تنفيذ خطط التنمية وتحليل نتائجها وانجازاتها يعتبر دعامة أساسية من دعامات التخطيط السليم الناجح . ومن الملاحظ بشكل عام ان الدول العربية التى أخذت حتى الآن بأساليب التخطيط لم تبذل جهدا كافيا لتنمية أجهزة المتابعة ضمن نطاق الأجهزة التخطيطية بدليل عدم توافر دراسات كافية عن انجازات الخطط النافذة فى بعض الدول العربية تتناول بالتحليل جميع جوانب المشكلة التخطيطية وتتقدم بالحلول المناسبة لها .

ومما لا شك فيه ان خطط التنمية انما توضع توخيا لتحقيق النفع الأعظم للمجتمع بكافة أفراده ضمن فترة محددة من الزمن . ولما كان النشاط الانتاجى فى المجتمع يمارس من قبل قطاعيه الرئيسيين القطاع العام والقطاع الخاص فانه يصبح من الضرورى توضيح الحدود الفاصلة بين نشاط كل من القطاعين المذكورين بشكل لا لبس فيه ولا غموض وتوزيع الاستثمارات المقررة فى خطة التنمية بينهما وفقا لمبدأ تحقيق النفع الأعظم لأفراد المجتمع كافة . وبالرغم من أن خطط التنمية المقررة فى الدول العربية تحدد الدور الخاص بكل من القطاع العام والقطاع الخاص فى تنفيذ تلك الخطط الا أن المعايير المستخدمة فى رسم الحدود بين القطاعين المذكورين يعزوها فى كثير من الأحيان الوضوح والجلاء . وليس المهم فى هذا الصدد بيان ملكية المشروع وما اذا كانت هذه الملكية تعود الى القطاع العام أو الى القطاع الخاص .

انما الأهم من ذلك الارتكاز الى مبدأ تحقيق النفع الأعظم الذى يعود على المجتمع برمته . فاذا تبين بعد الدراسة والتحليل أن قيام القطاع العام بتنفيذ مشروع انتاجي ما يحقق نفعا للمجتمع أعظم مما لو قام به القطاع الخاص ، فحينئذ تتوضح عائدية المشروع والجهة التى ستعمل على تنفيذه وادارته اعمالا لمبدأ تحقيق النفع الأعظم للمجتمع كله .

ان الاعتبارات الآنفة الذكر تنطبق جميعها عندما يتم التخطيط على المستوى القطاعى أيضا . فالتخطيط على مستوى القطاع الصناعى هو أيضا وحدة متكاملة ومترابطة فى الوقت نفسه مع الأغراض العامة لخطة التنمية الشاملة . كما أن اقرار مشروع صناعى ما يجب أن يأخذ بالاعتبار المبادىء الأساسية الناظمة للخطة الصناعية بوجه خاص والأهداف العامة لخطة التنمية الشاملة بوجه عام . وبالاضافة الى ذلك فان القطاع الصناعى اعتبارات خاصة به تفرضها الطبيعة الذاتية للمشروعات الصناعية . فموضوع اختيار المشروعات وما اذا كان يتوجب الاستناد فى عملية الاختيار على السوق المحلية أو الخارجية أو على الموارد الاقتصادية المتاحة وكذلك موضوع اختيار الطريقة الصناعية التى تستخدم فى عملية الانتاج واختيار الموقع المناسب واختيار حجم الوحدة الصناعية كل ذلك من الأمور التى يترتب مراعاتها فى تخطيط القطاع الصناعى . ويضاف الى هذه الاعتبارات ما يتعلق بموضوع اختيار المشروعات الصناعية التى تستخدم العمل كعنصر أساسى أو التى تستخدم الآلة كعنصر أساسى . ثم هناك أيضا اعتبارات النواحى التمويلية المختلفة واعتبارات الاستفادة من المعونات الفنية الممكن الحصول عليها من المصادر المختلفة دولية أو أجنبية . ويضاف الى ذلك كله موضوعات التدريب الفنى والمهنى ومشكلات التسويق المختلفة وشئون ادارة المؤسسات الصناعية .

هذه الاعتبارات جميعها يجب دراستها فى آن واحد بصورة متكاملة . ويجب أن تتم هذه الدراسة من قبل جميع المعنيين بشئون الصناعة فالجهات المسئولة عن شئون التمويل الصناعى والجهات المسئولة عن تنظيم سوق العمل والتدريب الفنى والمهنى ، وأرباب القطاع الخاص الذى يفترض منهم تنفيذ المشروعات الصناعية التى هى قيد البحث والجهات المعنية باعداد الخطط الشاملة والجهات المسئولة عن التنفيذ والمتابعة ، وكذلك الجهات المسئولة عن برامج المعونة الفنية الأجنبية والدولية كلها يجب أن تشترك بدراسة المشروعات الصناعية قبل اقرار المضى بتنفيذها .

ولعل من أولى المشكلات التى تواجه مخططى القطاع الصناعى فى الأقطار العربية المختلفة هى مشكلة محدودية الطاقة الاستيعابية للسوق المحلية الخاصة بكل قطر على حدة . وتتحدد هذه الطاقة الاستيعابية بحجم السكان من جهة وبمستوى الدخل الفردى ونمط توزيع الدخل القومى بين السكان من جهة ثانية . كما أن الأذواق المستهلكين دورا هاما فى تحديد الطاقة الاستيعابية المذكورة . أما بالنسبة للسوق الخارجية فان امكانية الصناعات على البقاء تتحدد بمقدار صعودها أمام المنافسة الخارجية وتقلبات الأسعار العالمية .

ومن جهة أخرى فان حجم وحدات الانتاج الصناعى تحكمه اعتبارات تكنولوجية ذاتية تحدد بدورها الحجم الأصغر بالنسبة لكل وحدة انتاج صناعى . وينجم عن هذه الأمور جميعها قيام بعض صناعات فى الأقطار العربية المختلفة تشكل فى عدد غير قليل من الأحوال عبئا على الاقتصاد المحلى . ونظرا للرغبة الملحة لدى كل قطر عربى بالمضى قدما فى طريق التصنيع تطبيقا لفكرة الاكتفاء الذاتى ولاسيما فى مجال احلال الانتاج الصناعى المحلى محل المنتجات الصناعية المستوردة ولما

كانت الصناعات المختلفة التى يتقرر اقامتها فى أحد الأقطار العربية لا تأخذ بالاعتبار الصناعات المماثلة التى تقوم فى الأقطار العربية الأخرى فان النتيجة الحتمية لذلك هو أن تحرم المشروعات الصناعية التى تقام فى أحد الأقطار من الاستفادة من الوفورات الخارجية التى تتاح عن طريق وجود سوق أكبر اتساعا . كما أن من النتائج الحتمية لمثل هذا الوضع أن تحرم السوق العربية من قيام بعض الصناعات التى لا يمكن لأى قطر بمفرده أن يقوم بها نظرا لأنها تحتاج من أجل استمرار بقائها لسوق تتجاوز طاقتها الاستيعابية السوق المحلية لكل قطر بمفرده . ولا شك أن مثل هذه الصناعات يمكن أن تكون موضوع استثمارات مشتركة بين الأقطار العربية جميعها وتشكل فى الوقت نفسه نواة الانتاج العربى المشترك فى الميدان الصناعى

وبالرغم من أن عددا من خطط التنمية فى الدول العربية يتضمن فيما يتضمنه من أغراضه العامة استهداف تحقيق نوع من التكامل الاقتصادى بين البلاد العربية وتنسيق الاستثمارات الموجهة نحو القطاع الصناعى مع البلاد العربية الأخرى فان التحليل الدقيق لتلك الخطط ولاسيما فى مجال الاستثمارات الصناعية يثبت بأن ما يتم على الصعيد التطبيقى يناقض الى حد ما تنص عليه الأهداف العامة الواردة فى خطط التنمية العربية .

واختتاما لهذه التقدمة فانه يحسن التأكيد على أن التخطيط هو عملية مستمرة بعيدة المدى . والأهداف التى تضعها المجتمعات نصب أعينها لا يتحقق جميعها خلال الفترة المحددة لخطة التنمية الواحدة . ولذلك فان التوازن العام الذى يفترض توفره فى كل خطة تنمية يجب أن يكون بالضرورة مترابطا مع التوازن الاقتصادى والاجتماعى المفترض توافره فى الأمد البعيد والقطاعات الاقتصادية التى تشكل منها خطط التنمية يجب هى أيضا أن تنطوى على نوع من التوازن الذاتى يتناسب ويترابط مع التوازن العام لخطة التنمية . فالتوازن المفترض توافره فى القطاع الصناعى يجب ان ينبني على عدد من العوامل التى تعمل على تأمينه . فالدقة فى وضع الأولويات الاستثمارية والزمنية والمعايير المستخدمة فى اختيار الصيغة المناسبة من أنواع المشروعات الصناعية التى تتألف من بعض أنوع المشروعات الموجهة صوب الموارد الطبيعية المتاحة او صوب الطلب العام أو تلك الموجهة صوب احلال المنتجات المحلية محل المنتجات المستوردة والمشروعات الموجهة نحو الأسواق الخارجية وكذلك المشروعات الموجهة صوب امتصاص القوة العاملة أو تلك التى تستخدم الالات بشكل أساسى ، كل ذلك من شأنه أن يضمن التوازن الذاتى الأمثل .

وبالنسبة للتخطيط على الصعيد العربى الشامل فان ترابط خطط التنمية فى البلاد العربية بعضها مع بعض ووجود توازن متناسب فيمابينهما من شأنهما ولا شك أن يعملا على تعظيم الانتاج العربى الى الحدود القصوى الممكنة مما يعود نفعه على البلاد العربية برمتها .

مسئولية الجامعات فى مجال التنمية الصناعية *

للدكتور المهندس جلال شوقى

يتناول هذا البحث الدور الكبير الذى يتعين على الجامعات أن تقوم به فى مجتمع يأخذ بأسباب الصناعة . وتشمل مسئوليات الجامعات النواحى التعليمية والبحوث ونشر العلم ، كما تتضمن أيضا المشاركة فى دراسة وتنفيذ وتطوير المشروعات الصناعية ، ويتعين على الجامعات كذلك المساهمة الفعالة فى وضع المواصفات القياسية للصناعة .

ويخلص البحث الى انه يجب الاهتمام بالجامعات فى الدول النامية اهتماما جادا بقصد تطوير نظم الدراسة وامكانيات البحث لمواجهة تحديات العصر فى عالم تسوده المنافسة الشديدة . هذا ويجب الا نضن على الجامعات بأى جهد لرفع انتاجيتها من القوى الفكرية العالية والكفاية فى الهندسة والعلوم ، تلك القوى اللازمة لتدعيم البناء الصناعى ولتحقيق تقدم فنى حقيقى .

ويشتمل هذا البحث على اقتراحات لاحداث تغييرات أساسية فى هيكل التعليم الهندسى ، كذا فى نظم البحث .

مدخل

تعتمد التنمية الاقتصادية اللازمة لرفع مستوى المعيشة ولتحقيق العمالة الكاملة فى أى دولة من الدول اعتمادا كبيرا على التنمية الصناعية ، وبذلك فان هذه التنمية الاخيرة لا بد وان تكون من أهم أهداف الدولة النامية . ولما كانت الجامعات احدى وسائل تحقيق أهداف الدولة فانه يصبح لزاما على الجامعات ان تقدم اعمالا أساسية من شأنها تحسين المركز العلمى والفنى (التكنولوجى) والاقتصادى للدولة .

وتمر التنمية الصناعية عادة بثلاث مراحل هى :ـ

(أ) مرحلة النسخ والتوفيق .

(ب) مرحلة التحسين والتعديل والتطوير .

(جـ) مرحلة الخلق والابتكار .

ويتأثر الانتقال من مرحلة الى أخرى تأثرا عظيما بمعدل استيعاب المعلومات الفنية واكتساب الخبرات ، كما انه يعتمد ايضا على الامكانيات الخلاقة الكامنة فى الدولة ، وعلى نظام رعاية هذه الامكانيات وتوجيهها والافادة منها .

هذا وتقع مسئولية اعداد القوى الفكرية الفنية والعلمية اللازمة لمعركة الانتاج فى المقام الأول على كاهل الجامعات ، ومن ثم فان الدور الهام الذى تقوم به الجامعات فى مجال التنمية الصناعية . ولا تقف اعباء الجامعات عند حد التعليم فحسب ، بل تتعداه الى مجالات البحث ونشر العلم والمعرفة .

وجدير بالدول النامية صناعيا أن تتخذ من الاجراءات ما يكفل لها أحسن افادة ممكنة من رجالها الفنيين ، ومن ثم فمن واجب رجال الجامعات أن يسهموا بطريقة فعالة فى تخطيط وتنفيذ المشروعات الصناعية ، كذا فى وضع المواصفات القياسية القومية للصناعة .

* مقدم من اتحاد المهندسين العرب الى مؤتمر التنمية الصناعية للدول العربية المنعقد بالكويت من ١ ـ ١٠ مارس ١٩٦٦ .

مسئولية التعليم

تطالب الجامعات فى المقام الاول بتقديم فرص التعليم التى يتطلبها السكان المتزايدون ، والتى يستلزمها تنفيذ خطط التنمية الاقتصادية . ومن الواجب الوصول الى مستويات عالية من التعليم لمواجهة تحديات العصر ولا سيما فى الدول النامية .

ولما كان الطلب على المؤهلين تأهيلا عاليا فى تزايد متواصل ، ولما كان على الجامعات أن تسمح لعدد كبير من اكفأ رجالها للخدمة فى المناصب الحكومية وفى مختلف الهيئات واللجان الاستشارية سواء كل الوقت أو بعضه ، فانه لن يكون من العسير تصور مدى فداحة الحمل الملقى على الجامعات والكليات فى محاولاتها للحفاظ على مستوى التعليم حتى لو بقى حجمها دون زيادة ، ولقد كانت هذه المشكلات موضوع العديد من الدراسات والمناقشات (على سبيل المثال المراجع ١ الى ٨) *

ونظرا الى التضارب بين العدد المتزايد من طلاب العلم والعدد المتناقص نسبيا لرجال الجامعة ، يرى مقدم هذا البحث انه من الضرورى احداث تغيير أساسى فى هيكل التعليم العالى ولا سيما فى مجال الهندسة .

ان المواهب الثمينة للافراد ذوى التدريب العالى والامكانيات الخلاقة ، الذين يخدمون فى الجامعات ، لجدير بها ان يفاد منها خير افادة لتحقيق الاهداف الوطنية .

ففى المجال الهندسى نرى أن يعدل هيكل التعليم الهندسى فى الدول النامية بالكيفية التى تحقق رفع القوى العاملة الفنية ، مع زيادة كفاءة الافادة من هيئات التدريس .

وفى رأينا انه من الممكن تعديل التعليم العالى فى الهندسة ليتبع نظاما ثلاثى المراحل (المخطط ١) على الوجه التالى : ـ

١ ـ برنامج فى الهندسة يمتد لثلاث سنوات فى المعاهد العليا يمنح الخريج فى نهايته درجة الدبلوم فى الهندسة وتوزع هذه المعاهد لتغطى انحاء البلاد ، ويشترط الحصول على درجة الماجستير فى الهندسة لشغل وظائف هيئات التدريس بهذه المعاهد .

٢ ـ يسمح لخريجى هذه المعاهد العليا ممن اظهروا امتيازا فى دراساتهم بالدخول فى المرحلة الثانية من التعليم العالى وتتكون من برنامج دراسى يمتد لثلاث سنوات فى العلوم الهندسية المتقدمة ، ويمنح الخريجون من هذه المرحلة درجة البكالوريوس فى الهندسة .

وتجرى دراسات هذه المرحلة فى « جامعات هندسية » تنشأ لتضم كليات الهندسة الحالية . ويشترط الحصول على درجة الدكتوراه للالتحاق بوظائف هيئات التدريس بهذه الجامعات .

٣ ـ يشجع خريجو الكليات الفنية ممن اظهروا قدرات خلاقة للالتحاق بالدراسات العليا بالجامعات الفنية ، حيث تبدأ هذه الدراسات ببرنامج يمتد لفترة سنتين يمنح الخريج فى نهايته درجة الماجستير .

ويعد التعديل المقترح للتعليم الهندسى مناسبا بصفة خاصة للبلاد النامية فى مجال الصناعة لاسيما الدول التى لديها برامج صناعية طموحة يجرى تنفيذها ، ومن الممكن ان يحقق هذا التعديل الاهداف التالية : ـ

(أ) تزويد الصناعة باعداد كافية من القوى العاملة الفنية .

(ب) تفادى ازدواج بعض البرامج فى المعاهد والجامعات .

(جـ) اعفاء الجامعات من الاعداد الهائلة المتقدمة للالتحاق بكليات الهندسة وسيؤدى هذا التعديل الى سرعة رفع مستوى التعليم الهندسى بالجامعات بطريقة أساسية .

(د) ادخال برامج الدراسات العليا لدرجة الماجستير يساعد كثيرا على تزويد المعاهد العليا بحاجتها من أعضاء هيئة التدريس المؤهلين .

(هـ) تحديد عدد الطلاب فى الجامعات الهندسية سيؤدى الى تحسن أكيد فى نسبة عدد الطلاب الى عدد أعضاء هيئة التدريس ، تلك النسبة التى تتراوح فى الوقت الحاضر بين ٣٠ ، ٤٠ فى الجامعات المصرية ، علما بأن هذه النسبة

* انظر المراجع فى نهاية البحث

لا تزيد عن ١٠ فى جامعات الدرجة الأولى بالبلاد المتقدمة .

(و) يؤدى هذا التعديل الى اعفاء هيئات التدريس بالجامعات من جانب كبير من التدريس الشاق لمرحلة الكليات الفنية ، وبالتالى الى زيادة مشاركتهم فى الدراسات العليا وبرامج الابحاث .

(ز) تؤدى لا مركزية الدراسات الفنية الى تخفيف الهجرة الى العواصم .

(ح) ينتظر أن يؤدى التخطيط المقترح الى الوصول الى مستويات عالية من الجدارة والى تركيز أعلى على أعمال البحث فى نطاق واسع .

ولقد ظهرت الحاجة للدراسات العليا وعبر عنها فى مناسبات كثيرة (على سبيل المثال فى المرجعين ٧ ، ٨) حيث أن هذه الدراسات تشكل فى الواقع العمود الفقرى لأوجه النشاط الخلاق .

من هذا يبدو واضحا ان تعديل هيكل التعليم الهندسى سيساعد مساعدة مؤكدة فى مجابهة تحديات التقدم الفنى (التكنولوجى) الهائل فى وقتنا الحاضر ، مع وفاء الجامعة بوظيفتها الاساسية فى متابعة العلم والمعرفة .

ان الوعى المتزايد باهمية مجال النشاط الهندسى ومدى اتساعه قد حدد بعض البلدان المتقدمة (٩) الى انشاء « اكاديمية المهندسين » للعمل على تقدم الهندسة من الناحيتين العلمية والعملية ، ومن الواجب الا ينظر الى هذه الخطوة بأى حال من الاحوال على انها تختص بالبلاد المتقدمة فحسب ، نظرا لأن معدل التنمية العالى الذى يشق طريقه فى بعض البلاد الاقل تقدما ليستلزم عن وجه حق الاهتمام العميق بالمجالات الفنية (التكنولوجية) .

مسئولية البحث

ان ثانى وظائف الجامعة هى اجراء البحوث الاساسية لتوسيع مدارك الانسان فى العلم والمعرفة، ومن هنا كانت الجامعة والبحث دائما متلازمين .

ولقد كانت الجامعات مراكز للبحوث الاساسية وهى مباينة لبحوث التطوير التى تقوم بها مراكز بحوث الهيئات الحكومية والصناعية ، فالنوع الأول من البحوث يسعى بالدرجة الاولى الى الوصول الى المعلومات والافكار الاساسية ، كذا الى ايجاد مواد واساليب مستحدثة ، اما النوع الثانى من البحوث فيهدف أساسا الى ايجاد الحلول العملية للمشكلات ذات الاهمية المباشرة للدولة ، وان كان هناك الكثير من البحوث المفيدة والاساسية يجرى اجراؤه فى مراكز البحوث الحكومية منها والصناعية .

وبالنظر الى الاهمية البالغة للبحوث الاساسية فى تقدم التنمية الاقتصادية وزيادة تأمين الدولة ، وبالنظر الى حرص الجامعات على تحقيق أهداف الدولة ، فانه من الضرورى اقامة تعاون مثمر بين الجامعات والصناعة فى مجال البحث (١٠ ـ ١٤) .

ومن الممكن تنسيق التعاون بين الجامعة والصناعة لتحقيق هدفين هما :

١ ـ تغذية النمو الاقتصادى وزيادة تأمين الدولة.
٢ ـ الحفاظ على تكامل الجامعة واغراضها الرئيسية .

ويبدو أن الاتجاه المنطقى لمثل هذا التعاون يمكن له أن يتم على هدى الخطوط الآتية :

١ ـ يجب أن تشترك الجامعة مشاركة فعالة فى برامج البحوث بشرط عدم الاخلال بمستوى خريجيها .

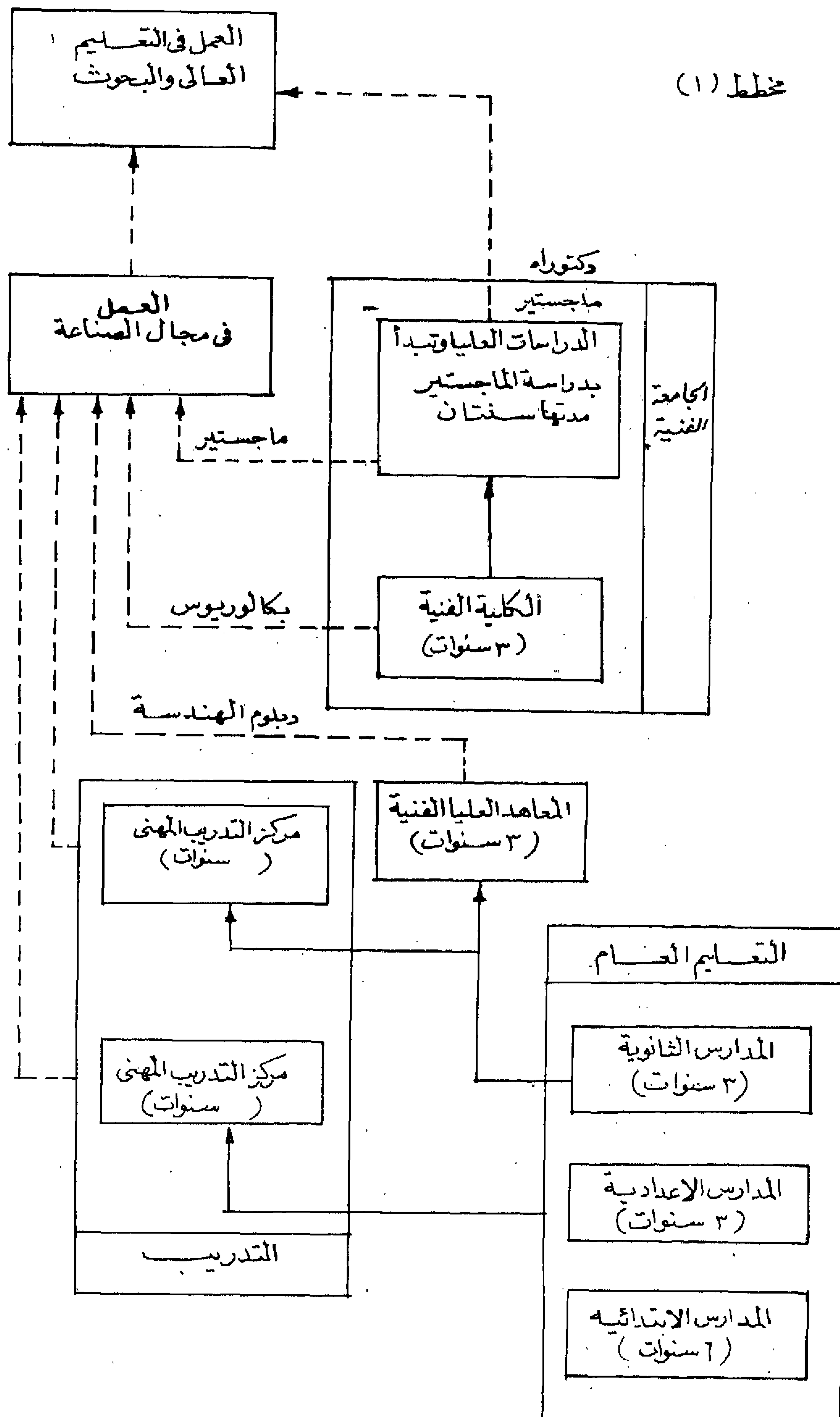
٢ ـ يجب أن تبذل الجامعة كل جهد للتوليف بين اهتمام رجالها فى مجالات البحث وبين احتياجات الدولة ، الأمر الذى يؤدى ولا شك الى مساهمة اعظم من جانب رجال الجامعة فى حل المشكلات ذات الاهمية للدولة .

٣ ـ يجب تخطيط برامج البحوث المتضمنة للبحوث الاساسية والتطبيقية فى نطاق الجامعة الواحدة أو مجموعة من الجامعات .

٤ ـ يجب انشاء معاهد بحوث تتبع الجامعة من الناحية الاكاديمية بينما تحصل على مواردها المالية من الدولة ، وذلك لتحقيق غرضين هما : ـ

(أ) القيام بالتزامات معينة فى البحوث فى نطاق برامج البحث .

مخطط (١)



التخطيط العام المقترح للتعليم الهندسى فى الدول النامية

(ب) منح الدرجات الجامعية لرجال البحث بها ممن يقومون بجهد ممتاز فى مجالات البحث المختصة ، وهذا سيساعد كثيرا فى اعداد أعضاء هيئات التدريس بالجامعة ، علاوة على اعداد رجال البحث الاكفاء .

٥ ــ يضع نظام « عقد البحث » امكانيات مالية تحت تصرف سلطات الجامعة لاجراء بحوث معينة لاحدى الهيئات الصناعية أو الحكومية ، ولقد اثبت هذا النظام نجاحه الكبير فى انجاز البحوث باسرع واكفأ اسلوب ممكن فى حدود المدد الزمنية التى ينص عليها العقد .

٦ ــ لما كان الترقى لرجال الجامعة يعتمد فى المقام الأول على انجازاتهم فى أعمال البحث ، فانهم سيسعون الى نشر أكبر قدر ممكن من البحوث ويؤدى هذا الانشغال الكبير فى البحث الى الاضرار بمستوى التعليم الا ان كانت الموضوعات ذات صلة وثيقة بالبحث الجارى .

ومن الممكن تفادى هذا التضارب بين الوظيفتين الرئيسيتين للجامعة ، أى بين التعليم والبحث ، لو سمح باعارة أعضاء هيئات التدريس بالجامعات الى هيئة قائمة على البحث وذلك لمدة عام أو اثنين، يشتركون أثناءها فى فرق البحث المكلفة بتنفيذ برامج البحث فى مجالات تخصصهم ، وسيمكن نظام الاعارة هذا رجال الجامعة من المساهمة الفكرية فى توسيع جبهات المعرفة ، واستمرار اطلاعهم على أحدث التطورات فى مجالاتهم ، وسيؤدى استمرار الاعارة لاجراء البحوث ــ بصفة دورية ــ الى الوصول الى الأهداف الآتية :

(أ) تحسين التعليم فى الجامعة وجعله مسايرا لأحداث المستويات .

(ب) تقديم الخدمات الممتازة لبرامج البحث .

(جـ) الحفاظ على مستوى عال من الجدارة لأعضاء هيئة التدريس بالجامعة .

(د) حل مشكلة ترقى رجال الجامعة دون الحط من التعليم .

هذا وان تسنى لرجال الجامعة ، لا سيما فى مجال الهندسة ان يكونوا على اتصال وثيق بالصناعة ، عن طريق الأعمال الاستشارية مثلا ، لجنت كل من الجامعة والصناعة فوائد جمة .

ويجب الا يعيش رجال الجامعة بأى حال من الأحوال فى عزلة بوحى الاعتقاد الخاطىء بأن الأعمال النظرية تكفل الحلول الكاملة للمشاكل الهندسية بل ان عليهم أن يحققوا ــ بصلاتهم الوطيدة بالصناعة الأمكانيات العملية وحدود تطبيق النظريات على حلول المشكلات الهندسية الفعلية .

ولامكان الافادة الى الحد الأقصى من امكانيات البحث ، يجدر بالجامعات أن تتفادى مداركة أجهزة البحث العالية التخصص ، باجراء البحوث الخاصة بها بالتعاون مع هيئات البحث التى تمتلك مثل هذه الأجهزة ، مما يوفر الصرف دون ضرورة .

هذا وان اخذ مقدار ما يصرف على البحث والتطوير مقياسا لنمو العلم وازدهاره (١٥) ، لظهر فارق جسيم بين الدول العظيمة التقدم فى الصناعة وبين الدول النامية فى الصناعة ، ويتضح هذا الفارق على الفور من الجدول التالى :

الدولة	المصروفات السنوية على البحث والتطوير بالتقريب دولار لكل مواطن	
الولايات المتحدة الامريكية	أكثر من	٨٠
الاتحاد السوفييتى	أكثر من	٤٠
المملكة المتحدة	أكثر من	٣٠
فرنسا والمانيا الغربية	أكثر من	٢٠
اليابان	أكثر من	٨
الدول النامية صناعيا	أقل من	١

واذا اتخذت الولايات المتحدة الامريكية مرجعا ، لعنى ذلك ان الدول النامية صناعيا متخلفة بمقدار يتراوح بين ٤٠ ، ٧٠ عاما ، الا اذا زيد معدل الصرف على البحث والتطوير زيادة جذرية .

وتخصص الدول الصناعية المتقدمة حوالى ١٠ ــ ٢٠ ٪ من جملة الأموال المنفقة على البحث للجامعات ، كما تخصص حوالى ٢٠ ــ ٣٠ ٪ لهيئات البحث ، والباقى للبيوت الصناعية .

مسئولية النشر

ان الجامعات بكونها التقليدى مراكز للمعونة مسئولة الى حد كبير عن نشر الأفكار والمعلومات ، وقد تكون الادارة الفعالة لهذا الغرض هى نشر الكتب الدراسية والمراجع وأمهات الكتب .

ويلعب توفر المعلومات الفنية والعلمية فى الدول النامية صناعيا دورا كبيرا فى معركة الانتاجية ، ومن ثم كانت مسئولية الجامعات المتخصصة فى مجال النشر .

وتشكل مجموعة الكتب العلمية ذات الغلاف البسيط * مثالا رائعا للتأثير العظيم الذى تحدثه حركة النشر على تقدم التعليم والبحث (١٦) ، بواسطة توصيل العلوم والفنيات (التكنولوجيا) الى طالبيها العلميين ، ويجب أن تشق هذه الظاهرة طريقها أيضا فى البلاد النامية صناعيا .

ويجب أن تكون الجامعات مسئولة فى المقام الأول عن اعداد ونشر الأعمال الرئيسية ويمكن لدور مطابعها أن تقدم خدمات جليلة لكل مجالات البحث وراء المعرفة ، ولا سيما فى مجالات العلوم والفنيات (١٧) ، تلك المجالات الأكثر أهمية لدول التنمية الصناعية .

مسئولية الجامعة فى التوحيد القياس وفى الصناعة

يمكن لرجال الجامعة ـ وهم فى جهادهم لتحقيق أهداف الدولة أن يقدموا مساعدات هامة للصناعة عن طريق الاشتراك فى اللجان المكلفة باعداد المواصفات القياسية القومية للصناعات النامية . ولسنا فى حاجة هنا الى التدليل على أهمية التوحيد القياسى ولضرورة وضع الأماميات على أساس منطقى مع الأخذ فى الاعتبار المواصفات العالمية وظروف الصناعة المحلية .

ويستطيع رجال الجامعة أيضا الاسهام فى التنمية الصناعية اسهاما فعالا ـ بطريق أخذ الرأى والدراسة ـ فى تخطيط وتنفيذ وادارة وتطوير المشروعات الصناعية ، ومن الواجب أن يضعوا علمهم وخبرتهم فى خدمة المنشآت الصناعية .

الخلاصة والتوصيات

يقدم هذا البحث دراسة عميقة لوظائف الجامعة ومسئولياتها تجاه تحقيق الأهداف القومية فى التنمية الاقتصادية .

فالجامعات بكونها مراكز تقليدية للمعرفة هى ئولة عن اعداد طلاب العلم اعدادا على مستوى من الجدارة للقيام بمهامهم فى الصناعة النامية . ويوصى البحث بالأخذ بالاقتراح المقدم لاحداث تغيير أساسى فى هيكل التعليم العالى الهندسى بقصد تزويد الصناعة بحاجاتها من الفنيين والمهندسين ورجال البحث ، ويهدف الاقتراح المقدم أيضا الى تفادى الازدواج بين دور التعليم العالى .

ويعرض البحث للعلاقة بين الجامعة والصناعة من ناحية البحوث ، مع التركيز على نظام « عقد البحث » وعلى انشاء معاهد للبحث ، يمكن بوساطتها دفع البحوث الى الأمام واعداد رجال الجامعة فى آن واحد .

وتشمل مسئوليات الجامعة كذلك نشر الكتب الفنية والعلمية والاشتراك فى اللجان الفنية للتوحيد القياسى ، والاسهام فى المشروعات الصناعية .

هذا وجدير بالدول النامية صناعيا أن تطور جامعاتها بطريقة أساسية بناءة ، اذ انها عماد أى تطور أو تقدم حقيقى فى الصناعة .

(*) يقصد بها الكتب المعروفة Paperback books وهى كتب علمية قليلة التكاليف نتيجة طبعها بكميات هائلة . الامر الذى ساعد على سرعة تداولها وانتشار محتوياتها .

(1) **De Malherbe M.C. and Oppenheim. A.K.:** "Changing Structure of Engineering Education", The Engineer, London, Dec. 1961, pages 1025-1028.

(2) **Brosan, G.S. :**

"Education and Productivity", The Chartered Mechanical Engineer, London, (1963), pages 309-312.

(3) **Christopherson, D.G. ;**

"The Robbins Report - An Engineer's View", The Chartered Mechanical Engineer, London, (1964), page 22-25.

(4) **Brenkin. G. :**

"The Education of Professional Engineers in West Germany", The Chartered Mechanical, London, July 1965, pages 399-401.

(5) **Astin, A.W. :**

"Productivity of Undergraduate Institutions", Science, Washington, Vol. 136, (1962), pages 129-135.

(6) **Astin, A.W. :**

"Undergraduate Institutions and the Production of Scientists"
Science, Washington, Vol. 141, (1963) pages 334-338.

(7) **Morgan, Muclow, Jackson & Clausen**
"Advanced Courses for Engineers in Industry" Proc. Instn Mech. Engineers, London, Vol. 170, (1956), No. 14. pages 427-439.

(8) **Tobias, S.A. :**
"First UK Institute for Advanced Studies". Engineering, London, August 1962, 3P.

(9) "Academy of Engineers", Scientific American, Feb. 1965, pages 50-51.

(10) **Griffen, E. et al. :**

"Co-operation in Engineering Research between Educational Institutions and Industry".
Proc. Instn. Mech. Engineers, London, Vol. 169, (1955). No. 27, pages 445-451.

(11) **Folsom, R.G :**

"Research and Higher Education", Mechanical Engineering New York, Vol. 80, (1958), No. 7, pages 34-37.

(12) **Pope, J.A. :**

"Technological Research", Proc. Instn. Mech. Engineers, London, Vol. 173, (1959), No. 20, pages 547-554.

(13) "Angewandte Forschung in Europasituation, Moglickheiten, Ziele", Verein Deutscher Ingenieure Zeitschrift, Dusseldorf, Vol. 102, (1960), No. 10, pages 749-810.

(14) **Nottley, P.S. :**

"Should Research be done at Universities ?" The Chartered Mechanical Engineer, London, (1964), pages 210-212.

(15) **Dedijer, S. :**

"Measuring the Growth of Science," Science, Washington, Vol. 138, (1962), pages 781-788.

(16) **Cirker, H. :**

"The Scientific Paperback Revolution", Science, Washington, Vo. 140, (1963), pages 591-59

(17) **Bowen, C.G. :**

"When Universities become Publishers", Science, Washington, Vol. 1 0, (1963), pages 599-605.



تكامل التنمية الصناعية فى العالم العربى (*)

للدكتور راشد البراوى

ليس فى الوسع أن ننكر وجود اتجاه فى البلاد العربية ، يزداد حدة ، نحو تنمية القطاع الصناعى ، وهو ما تعكسه الخطط التى أعدت ونفذت للتنمية الاقتصادية ، أو التى أعدت وأوشكت على أن تدخل فى مرحلة ، أو التى يجرى اعدادها من أجل هذا الغرض وهذا الاتجاه هو وليد تزايد الاحساس من جانب الاقتصاديين والمسئولين ، بضرورة تحقيق التوازن على الأقل بين القطاعات المختلفة من الاقتصاديات القومية ، ونتيجة الشعور بما يترتب على التنمية الكافية لقطاع الصناعة من آثار ترتبط باستغلال الموارد سواء أكان استغلالها قاصرا أم عاطلا ، وبالعمالة ، ولأن التقدم الصناعى من الدعامات التى يستند اليها الاستقلال الاقتصادى السليم الذى تتيحه الامكانيات ويتفق فى الوقت نفسه مع ضرورات التعاون بين الشعوب على أساس تبادل ثمار الجهد الانسانى فى اطار من تكافؤ المصالح .

ولكن بغض النظر عن التقدم الذى حدث فى البلاد العربية بوجه عام ، وخاصة خلال العقد الأخير ، وان كان هناك تفاوت فى درجة هذا التقدم من بلد الى آخر لاعتبارات تنبثق من طبيعة موارده الطبيعية والبشرية ، ومن ظروفه الخاصة به — نقول انه برغم هذا فالعالم العربى بصورته الكلية أى كوطن واحد ، لم يصل بعد الى المرحلة التى تؤهله لأن يدرج فى عداد الأقاليم أو البلاد المتقدمة صناعيا ، كأوربا الغربية أو الولايات المتحدة أو اليابان ، ولا يزال نصيب الصناعة من الدخل القومى محدودا بشكل يلفت النظر ، فهو على سبيل التمثيل لا الحصر ، فى حدود ٩ فى المائة فى السودان ، ١٢ فى المائة فى لبنان ، ولا يتجاوز ١٠ فى المائة فى الأردن .

ويؤخذ على الصناعات العربية بوجه عام — وان كانت استثناءات بطبيعة الحال أنها من الصناعات الاستهلاكية والخفيفة التى تعتمد على بعض الخامات المحلية ، وأقيمت بهدف سد جانب من مطالب الاستهلاك المحلى ، فالصناعات الرئيسية فى بلاد المغرب والجزائر وتونس مثلا هى عمل الأنبذة والفواكه المحفوظة والأسمنت وزيت الزيتون ، وتنحصر الحركة الصناعية فى السودان فى استخراج الزيت النباتى والدباغة وحلج القطن وتشغل صناعة النسيج مكانا بارزا فى سوريا ، وهو ما نورده كأمثلة على الأوضاع القائمة ، هذا بينما الصناعات الثقيلة والكيماوية تكاد أن تكون غير قائمة فى معظم الوطن العربى ، وان كانت الجمهورية العربية المتحدة قد أدركت هذا القصور أو التقصير منذ سنوات وعملت على تدارك ذلك .

كذلك تعتبر المؤسسات الصغيرة هى الطابع الغالب على الصناعة العربية . فطبقا لاحصاء أخرى فى العراق فى عام ١٩٥٤ لم يتجاوز عدد المنشئات التى

(*) مقدم من اتحاد المهندسين العرب الى مؤتمر التنمية الصناعية للدول العربية المنعقد بالكويت فى الفترة من ١ — ١٠ مارس سنة ١٩٦٦

تستخدم الواحدة منها ٢٠ شخصا فأكثر ٢٩٤ منشأة من المجموع الكلى البالغ ٢٢ر٤٦٠ منشأة ، وهذه النسبة الصغيرة لم تتغير بشكل جذرى ولو نسبيا خلال السنوات الممتدة من ذلك التاريخ . وفى عام ١٩٥٩ كان فى الأردن ٦٨٨٧ منشأة صناعية مجموع عمالها ٢٤ ألف تقريبا والنتيجة التى يمكن استخلاصها من هذه الأرقام التمثيلية ، أن جزءا كبيرا من المنشئات الصناعية فى البلاد العربية عبارة عن محال حرفية الطراز ، ومما يثبت خطورة هذه الظاهرة نذكر أن خبراء الأمم المتحدة قدروا عدد المشتغلين فى قطاع الصناعة بالمغرب (١٩٥٢ — ١٩٥٤) بعدد يتراوح بين ٢٦٥ و ٢٨٥ ألفا بما فيهم العمال الموسميون والعمال العرضيون، ومن هذه الأرقام ١٥٥ — ١٦٠ ألفا من أرباب الحرف الذين يعملون فى الحرف اليدوية التقليدية . وهذا الذى لوحظ على المغرب له نظيره فى تونس وليبيا والسودان والأردن ، بل تكاد هذه الظاهرة أن تكون المميزة للصناعة فى اليمن .

والنتيجة المترتبة على هذا المظهر الثانى من مظاهر الصناعة العربية افتقارها الى الكفاءة ، اذ أن اعتمادها على أساليب ومعدات وأدوات بدائية أو متخلفة حسب المعايير الفنية الحديثة ، الأمر الذى معناه أن الصناعة العربية لا تزال بعيدة عن التأثر الفعلى والفعال بالثورات الفنية والعملية والتكنولوجية الحديثة . هذه الاعتبارات ينتج عنها أمران لابد أن يكونا موضع الاهتمام من جانب المسئولين ، أحدهما ارتفاع معدل التكلفة مما يرتد أثره على المستهلك المحلى من جهة وعلى العجز عن المنافسة فى الأسواق الخارجية من جهة أخرى . وثانى الأمرين — وهو شيء ملحوظ — أن الصناعة العربية بوجه عام تعيش وراء أسوار الحماية الجمركية واذا كانت الحماية سياسة أخذت وتأخذ بها بلاد كثيرة فى مستهل تطورها الصناعى ، الا أنها سياسة مؤقتة أو يجب أن يكون الأمر كذلك ، كما أنه لا ينبغى السماح بها الا للصناعات التى تثبت الدراسات الفنية والاقتصادية الدقيقة أن لها مقومات نجاحها وأنها سوف تقف على أقدامها بعد فترة مقدرة سلفا ومحددة .

هذا الذى أشرنا اليه بصورة موجزة ينصب على الصناعات التحويلية فاذا انتقلنا الى الصناعات الاستخراجية نلاحظ أنها لا تمثل حقيقة ما يضمه باطن الأرض العربية من ثروات معدنية ، الأمر الذى يدل عليه ازدياد تقديرات الاحتياطى من البترول سنة بعد أخرى ، والكشوف التى تحققت فى الجمهورية العربية المتحدة والأردن وسوريا مثلا . وبالتالى فثمة قصور فى استغلال هذا المورد ، أى الثروة المعدنية ، بحيث يسهم بنصيبه فى الدخل القومى . ولكن الأمر الذى ينبغى أن يولى القدر اللازم من الاهتمام ، هو أن دور البلاد العربية فى هذا المجال دور قاصر بشكل ظاهر أذ يقف فى الغالبية الساحقة من الحالات ، وفى الغالبية الساحقة من هذه البلاد ، على استخراج هذه المعادن وتصديرها على هيئة الخام الى البلاد المتقدمة من الناحية الصناعية ، وهذا واضح بالنسبة الى معادن الفوسفات والحديد والمنجنيز والبترول ، وما من شك أن تعديل هذا الوضع مرتبط ارتباطا وثيقا ، سببا ونتيجة بسياسة التصنيع العامة التى ترسم أو يتعين أن ترسم .

قلنا انه برغم ظاهرة التخلف الصناعى بوجه عام ، فهناك تطور ارتقائى أو سعى الى هذا التطور ، وهذا الأمر الأخير هو الذى يتطلب الاهتمام . فالواضح أن التطور الحالى فردى فى نزعته واتجاهه وأساليبه . فكل وحدة سياسية فى

العالم العربى تضع وتنفذ خطتها للتنمية الصناعية التى تقف عند حدودها السياسية ، وتبذل كل ما تقدر عليه من جهد ونشاط فى سبيل ما تهدف الى تحقيقه من غايات ، وتطبق السياسة التى تراها أو فى تحقيق هذه الغايات ليس من الانصاف أن نشجب هذا الأسلوب فى العمل ، فهو طبيعى ومنطقى ، وفيه الحل أو بعض الحل لمشكلة التخلف الصناعى .

هذا الاتجاه ، وان بدا سليما فى ظاهره ، لا يأخذ فى اعتباره طائفة من عوامل أخرى لها أهمية يجب أخذها فى الحسبان ، وفى مقدمتها ما هو واضح على السوق المحلية فى معظم البلاد العربية بصفتها الفردية ، وهى أنها سوق محدودة الامكانيات بشكل يلفت النظر . والنتيجة المترتبة على هذه الظاهرة — مثلا — ان عددا من الصناعات لابد أن يفيض عن حاجة كل من هذه الأسواق الفردية حيث عدد السكان قليل ومستوى الدخول منخفض ، والمطالب الاستهلاكية على أنواع كثيرة من المنتجات الصناعية غير مشجعة أو مواتية . فى هذه الحالة اما أن يحاول هذا الانتاج أن يشق طريقه الى أسواق عربية أو أجنبية أخرى ، وهنا قد يصطدم بمصالح محلية منافسة فى البلاد العربية الأخرى ، أو قد يجد الباب موصدا أو شبه موصد أمامه فى البلاد غير العربية بسبب المنافسة ، ولأن مستواه فى الجودة قد يشكل عقبة فى الطريق ، وذلك بخلاف اعتبارات أخرى كثيرة هى موضع الادراك العام . واذا رؤى أن يقتصر الانتاج على السوق المحلية الضعيفة ، أو بعبارة أصح لو فرض عليه الاقتصار عليها ، لكان معنى هذا قيام وحدات صناعية غير اقتصادية وهذا يشكل خسارة تصيب المجتمع ، اذ يجب دائما ألا نغفل عنصر التكلفة الاجتماعية . ومن المشاهد بالفعل على ضوء عدد كبير من الصناعات الحالية فى أكثر من بلد عربى ، أن موضوع الحجم الاقتصادى الأمثل للمشروع ، لا يلقى بوجه عام الاهتمام الواجب من جانب القائمين على أمر الصناعة ولعل هذا راجع الى أنهم على ما يبدو ، يعتمدون على سلاح الحماية .

هذه الظاهرة معناها نشوء تضارب ضار ومنافسة غير سليمة ، وللتدليل على صحة هذا الاعتقاد من جانبنا نكتفى بالتمثيل بصناعتين فقط لما لكل منهما من وضع خاص ، فالأولى هى صناعة الحديد والصلب ، فهى قائمة فى الجمهورية العربية المتحدة ، وبدىء فيها فى تونس ، ولكن يبدو أن برامج التنمية الصناعية فى سوريا والعراق تتضمنها برغم ما هو معروف من أن نجاح هذه الصناعة يتطلب ظروفا متنوعة كسوق واسعة سواء فى الداخل كما هو الشأن بالنسبة الى الهند والصين الشعبية من الدول الآخذة بأسباب النمو أو الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى من الدول المتقدمة صناعيا ، أو فى الخارج كما هو الحال فى بلجيكا مثلا . وهى صناعة تتطلب استثمارات ضخمة من مادية وبشرية ، بالاضافة الى أن قدرا من ربحيتها يعتمد على صناعات فرعية تقوم على مخلفاتها أو منتجاتها الثانوية وترتبط بها . والمثال الثانى الذى نختاره بهذا الصدد أيضا هو الصناعة البتروكيميائية المستندة الى البترول أو الغاز الطبيعى ، وهى صناعة واسعة الآفاق والأبعاد ، وتتطلب درجة عالية من التكنولوجية ، وتتعرض للتغييرات المستمرة والسريعة فى الأساليب الفنية المستخدمة وفى أنواع المنتجات ، وهذا كله بالاضافة الى حاجتها من رؤوس الأموال والأسواق وان كان لا يجب أن ننسى المنافسة القوية من جانب بلاد صناعية هى أرسخ قدما فى هذا الميدان ، وأوفر خبرة ، وأعظم امكانيات . برغم هذه العوامل التى نكتفى بمجرد الاشارة الى خطوطها

العريضة ، نسمع أن الدول العربية المنتجة للبترول أو الغاز الطبيعي تصر أو تفكر جديا في اقامة هذه الصناعة ، وقد تكون النهاية في الأجل الطويل مخيبة للآمال .

نسوق هذين المثالين ، وان تكن هناك أمثلة أخرى كثيرة مثل صناعات الورق والخزف والصيني، والأدوات المعدنية ، واطارات المطاط ، والسيارات ، بل والغزل والنسيج الخ ، لنبين الخطورة الكامنة في اتجاه التنمية الصناعية الفردي والذي يسعى الى الانزواء وراء الحدود السياسية لكل بلد عربي على حدة .

ربما يتراءى أن هذا الاتجاه الفردي قد يتيح فرصاأوفر للاسراع بالتنمية الصناعية أمام هذا البلد العربي أو ذاك الذي يملك امكانيات أكبر من ناحية الموارد والطاقات والأموال والخبرات والمهارات . ولكننا نعتقد أن التنمية الصناعية في العالم العربي يجب أن تهدف الى تحقيق أكبر قسط من المنفعة أولا لكل بلد بصفته الفردية وثانيا لمجموعة هذه البلاد بصفتها الجماعية ، وهذان الأمران متداخلان مترابطان ، وأن يكون الأمر الثاني منهما أدعى الى حسن تحقيق الأمر الأول ، هذه المنفعة تتولد من تفاوت القدرات على تحقيق أفضل الانتاج (صنفا ومستوى) بأقل تكلفة طبقا لما يتوافر من الظروف المناسبة . فالتنمية الصناعية على الصعيد العربي هو نوع من تقسيم العمل الذي يؤدي الى أفضل النتائج . واذا كان تقسيم العمل بطريقة عملية ودقيقة سبيلا الى رفع معدل الكفاية في المصنع الواحد ، أو المشروع الصناعي الواحد ، أو على مستوى الصناعة الواحدة، فهو كفيل بالمثل أن يكون أداة فعالية للاسراع بعملية التصنيع العربي . وكما أن العملية الصناعية في داخل المشروع الواحد قائمة على الترابط والتكامل بين الأجزاء المكونة لها ، كذلك يمكن أن ينطبق المبدأ ذاته على عملية التصنيع في الوطن العربي ككل .

هذا التكامل الذي يجب أن يحكم التنمية الصناعية في العالم العربي ، سوف يحقق نتائج طيبة نشير الى بعضها في ايجاز :

١ – نشوء نوع من التخصص المرسوم بحيث يقتصر كل بلد على بعض فروع الانتاج الصناعي حيث تشجع الظروف عليه بدرجة تزيد عنها في البلاد الأخرى وهذا التخصص يؤدي الى اكتساب وتجميع الخبرات والمهارات ، ورفع مستوى الكفاية ، وتحسين النوعية الى القدر الذي يمكن أن يقف على قدم المساواة مع الانتاج المماثل في بلاد أخرى لها أسبقيتها في هذا الميدان .

٢ – التغلب على العقبة المثلة في ندرة بعض عناصر الانتاج في هذا البلد أو ذاك مثل رأس المال أو الخامات أو العمال الفنيين .

٣ – الاستفادة من الظروف الملائمة من طبيعية ومادية ومالية وبشرية ، في بلد واحد أوأكثر وبذلك تنتفي الظاهرة الحالية من حيث فرض قيام صناعات بالرغم من عدم توافر المقومات الأساسية اللازمة لانشائها .

٤ – ويترتب على التنمية على الصعيد العربي ارتفاع المستوى بالتدريج ولكن بصورة أسرع في بعضها على ما هو عليه الآن، وبذلك يمكن أن نعجل بتحقيق التسوية بينها ، تمشيا مع نظرية الأواني المستطرقة المعروفة في علم الطبيعة .

٥ – وهذا الترابط – أو التكامل في الواقع – سوف يرتد أثره على نواح أخرى خلاف قطاع الصناعة ، وفي مقدمتها ازدياد التبادل التجاري بين البلاد العربية فتعظم الصلات بينها ، وكذلك النقل والمواصلات التي تخدم الجانب الصناعي ، فيقوم التنسيق والربط بينها على نحو يتجاوز حدود كل بلد فرد .

٦ – واذ يزداد انتاج العالم العربي ككل ، يصبح قوة صناعية لها مكانتها بين المناطق الصناعية المتقدمة أو البلاد الصناعية الكبرى ، ويكون

أقدر فى مجال المساومة الاقتصادية علـى الصعيد العالمى .

٧ ـ تحول البلاد العربية الى سوق واحدة أمام الانتاج الصناعى الرئيسى فى كل منها وهذه خطوة عملية نحو القيام الفعلى الفعال لسوق عربية مشتركة ثم تدعيمها بشكل صحيح وقوى .

وهنا تحفظ نرى أن نشير اليه . هذه التنمية على الصعيد العربى ليست مطلقة أو كلية كما قد يتبادر الى بعض الأذهان . فهناك صناعات معينة معظم الطلب عليها ذو طابع محلى لأنه يتصل بمستوى المعيشة أو أذواق المستهلكين ، أو ليس الطلب الخارجى عليها كبيرا بالدرجة الكافية . مثل هذه الصناعات يقيمها كل بلد حسب ظروفه الخاصة لأنها بيئية فى الواقع . ان التكامل الذى تهدف الى تحقيقه انما يتعلق بالصناعات الرئيسية التى تشبع طلبا يتجاوز حدود البلد الواحد ، أو التى تكون اقامتها على أساس التخصص بين البلاد العربية مجزيا من الناحية الاقتصادية .

وثمة اعتراضات يمكن أن تثار بصدد الموضوع الذى نعالجه :

فأولا : قد يقال أن هذا التكامل الذى يتطلب سوقا عربية موحدة سـوف يصطدم بمصالح صناعية قائمة ، من المحقق الى حد كبير أنها ستتأثر ان لم يصبها الانهيار .

ثانيا : وسوف يتطلب اجراء تعديلات وقد تكون جذرية فى الهياكل والخطط الصناعية القائمة حاليا فى البلاد العربية .

ثالثا : وانه أيضا سيكون فى صالح البلاد العربية المتقدمة صناعيا وذلك على حساب غيرها الأحدث عهدا فى الأخذ بالتصنيع والأقل قدرة من ناحية الموارد .

لسنا ننكر ان بعض الاضطراب سوف يحدث ، وهو ظاهـرة مألوفة فى حالات التغيير الاقتصادى الكبير ، وان صناعات فعلا سوف تتأثر وستنهار . ولكن هذا الاضطراب سوف يصحح نفسه بنفسه فى الأجل المتوسط أو الطويل ، بل وان المصلحة التى أقيمت على أسس غير اقتصادية ، وبطريقة تقضى بحدوث هذا الاختلال المؤقت . فالصناعات ارتجالية أو مفتعلة ، من الخير زوالها لأنها تشكل عبئا على المجتمع ككل من جهة وعلى المستهلك المحلى من جهة أخـرى . ولكن سرعان ما يحل التصحيح فى الموقف والذى يعوض ما قد يحدث من خسارة ، ذلك أنه اذ يتخصص كل بلد عربى فى أفضل ما هو مؤهل له من الانتاج الصناعى ، فسوف تتسع القاعدة الصناعية فيه ، ويضمن هذا الانتاج سوقا واسعة أمامه ، ولن يمر وقت حتى يصبح صرحه الصناعى أكثر كفـاءة وأكثر جزاء حتى لو نظرنا الأمر من ناحية عنصر الأرباح وحده . أما أن تعديلات سوف تطرأ على الهياكل والخطط الصناعية ، فهذا أمر ضرورى أولا ومفيد صناعيا ، لأنها ستقضى على المتناقضـات ونقاط الضعف فى هذه الهياكل والخطط ، وبذلك تسير التنمية فى طريق سليم . كما أن هذا الأمر سيكون أوضح أثرا بالنسبة الى الخطط التى لاتزال فى دور الاعداد ، أو التى لاتزال فى المرحلة الأولية من التنفيذ ، وبذلك يعاد وضعها على أساس اعتبارات التكامل بين بلاد المنطقة كلها .

وفيما يتعلق بالخوف من البلاد الأرسخ قدما فى الأخذ بأساليب التصنيع والأوفر موارد وخبرة، فاعتقادنا أنه خوف مبالغ فيه الى حد كبير ، ذلك أنه ما من بلد عربى يملك جميع عناصر الانتـاج بالدرجة الكافية ، ولهذا فانه سوف يتخلى عن الكثير من الصناعات التى لا تتوافر لديه بالنسبة اليها المزايا النسبية ، ويركز على الصناعات التى يملك هذه المزايا بالنسبة اليها . وسوف يجد هذا من صالحه ، لأن التركيز على هذا النوع الأخير من الصناعات يدعم صرحه الصناعى الى حد بعيد ، كما أن مصلحته الاقتصـادية والاجتماعيـة أن يستورد المنتجات التى تخرجها بلاد عربية أخرى هى أكثر صـلاحية لانتـاجها فلو فرض مثلا أن الجمهورية العربية المتحدة تنتج سلعة ما بتكاليف أعلى منها فى العراق أو الجزائر ، فلابد أنها سترى من مصلحتها وقف هذا الانتاج ، وما ينطبق على هذه الجمهورية ينطبق بالمثـل على غيرها ، ومن هنا فالمنفعة متبادلة .

الأمر الذى ينبغى تأكيده هو أن التضحيةالتى قد نتصورها ، هى تضحية مؤقتة لابد من تحملها مقابل كسب أكبر فى المستقبل .

وثمة اعتراض آخر قد يثار وهو اننا فى حالة هذا التكامل سوف نخلق احتكارات صناعية . وهذا غير صحيح . وانما الذى سوف يحدث هو انه بالنسبة الى عدد من الصناعات سوف يشترك فى انتاجها أكثر من بلد واحد حيث تتعادل المزايا النسبية أو تتقارب الظروف المناسبة للانتاج . وفى هذه الحالة يرتفع مستوى الانتاج والصنعة وتهبط التكاليف ، وفى هذا خير مشترك لها جميعا ، سوف تضطر الى الأخذ بالمستحدث من الأساليب الفنية والادارية ، والا حكمت على نفسها بالفناء ، وبهذا تكون المنافسة سبيلا الى التقدم الصناعى .

وهذه المخاوف التى أشرنا اليها كانت موضع الحديث لمناسبة السوق الأوربية المشتركة ، ومع ذلك لم تكف الدول الأعضاء فى تلك السوق عن السير فى الطريق الذى أختطته لأنها رأت أنه سوف يعود على مصالحها الذاتية هى نفسها بالخير فى الأجل الطويل .

ننتقل الآن الى ذكر بعض الوسائل التى نراها كفيلة بأن تصل بالعالم العربى الى الهدف الذى ينشده .

أولا : المبادرة بانشاء ((جهاز عربى للتصنيع)) يتولى المهام الآتية بصفة مبدئية :

١ – اجراء دراسة شاملة مبنية على الأساليب العلمية للموارد والطاقات من ظاهرة وكامنة ، والحاجيات الحالية ، والمطالب المستقبلة لفترة أو فترات معينة وكذلك دراسة ظروف الانتاج الصناعى فى كل بلد عربى ، وهذه الدراسة تشمل أنواع المنتجات وتكاليفها وتسويقها فى مواطنها وفى خارج مواطنها ، والصعاب التى تواجهها وصلاحية الاستمرار فيها أو العدول عنها نهائيا ، أو وقف التوسع فيها مستقبلا .

وهذا يتطلب أن تقوم الدول العربية بتزويد الجهاز المقترح بكافة البيانات والاحصائيات الدقيقة ، دون محاولة للاخفاء أو التقليل أو المغالاة حتى تكون الصورة واضحة وحية .

٢ – دراسة خطط وبرامج التصنيع الحالية ، أو التى يجرى اعدادها فى كل بلد على حدة ، وذلك بقصد تحقيق التنسيق بينها والحيلولة دون التضارب والمنافسة غير السليمة .

٣ – بحث امكانيات الانتاج الصناعى فى النواحى التى يستقر الرأى على أنها يجب أن تخرج عن النطاق المحلى الضيق ، وهذا البحث ينصب على فترة معينة ولتكن خمس أو عشر سنوات مثلا .

٤ – تقدير مدة التنفيذ وفقا للاسس الجديدة التى يتفق عليها ، وتكاليفه سواء بالعملات المحلية أو الأجنبية ، وما يستلزمه هذا التنفيذ من خبرات فنية وتنظيمية .

واذ تتم هذه الدراسة ، ويجب أن تكون شاملة تفصيلية ودقيقة وتضع المصلحة العربية الكلية فى المقام الأول من اعتبارها ، توضع خطة للعمل المشترك ، تحدد فيها الأولويات بالنسبة الى الصناعات المختلفة ، وتخصص مناطق التنفيذ ووسائله على نحو يجمع بين المصلحة الجماعية والمصلحة الفردية الخاصة ، تماما كما كان يحدث فى حالة خطة التنمية التى يعدها بلد واحد لنفسه

وبهذه الطريقة يمكن أن تتحقق أهداف كثيرة منها :

(أ) استغلال الموارد العاطلة أو المعطلة حاليا ، سواء أكان التعطيل جزئيا أم كليا .

(ب) عدم البدء فى خط انتاجى ببلد معين الا اذا كفلنا له مقومات النجاح كلها أو معظمها ، من حيث وجود المواد والموارد والخبرات والأسواق .

(جـ) تطبيق مبادىء تقسيم العمل على الصعيد الاقليمى ، وبالتالى التخصص فى فروع الانتاج الصناعى الأكثر كفاءة .

(د) القضاء على ما نلحظه الآن من تضارب أو منافسة غير اقتصادية .

(هـ) الانتفاء التدريجى لظاهرة عدم استواء النمو الصناعى الموجود حاليا ، لأن التصنيع المرسوم على الصعيد العربى العام يؤدى الى تقارب المعدلات وبالتالى تقارب المستويات .

ثانيا : كذلك ينبغى أن تكون هناك خطة عامة متفق عليها بشأن التمويل . وبهذا الصدد :

١ ـ تنشأ مؤسسة للتمويل الصناعى العربى (أو بنك صناعى عربى) يتكون رأسماله من مساهمات تقدمها الدول الأعضاء فى جامعة الدول العربية ، ومن مساهمات تقدمها الشركات الأجنبية التى لها امتيازات بترولية فى البلاد العربية على أن تحدد المساهمة بما يتفق مع امكانيات هذه الشركات أو متوسط أرباحها خلال فترة معلومة . وكذلك يمكن أن يسمح بالاكتتاب فى رأسمال المؤسسة (أو البنك) للافراد .

ويقوم البنك الصناعى العربى بتقديم القروض لآجال متوسطة وطويلة لأغراض التوسع ، والتجديد، والانشاء، فى الصناعات الداخلة فى الخطة العامة وبعد أن يتأكد من صعوبة هذا النوع من التمويل محليا .

ويجب احاطة قروض البنك بالضمانات الكافية تقدمها الدول الأعضاء بشأن السداد

٢ ـ تشجيع المساهمة المباشرة مع توفير الضمانات بشأن خروج الفوائد ، واسترداد راس المال (بعد فترة مقررة وعلى دفعات معينة) ، وضد كل عمليات التأميم أسوة بما ينص عليه قانون البنك الافريقى ـ العربى ، على أن تكون هذه الضمانات متضمنة فى اتفاق بين جميع البلاد العربية .

٣ ـ تنظيم عمليات الاقتراض سواء من البلاد العربية أو من الخارج . وهذه العمليات يجب أن تضطلع بها هيئة خاصة بهذا الفرض ، وهى التى تحدد اتجاهات القروض وتوزيعها واتجاهاتها وسعر الفائدة ومدة القروض ، على أن يكون هذا مصحوبا بضمانات السداد وبنفس العملات التى تقدم بها القروض وتتولى هذه الهيئة بالتعاون مع المؤسسة الصناعية ومع البلد المعنى ، اجراء المباحثات بشأن القروض اللازمة لمشروعات الخطة الصناعية ، مع المؤسسات الأجنبية الخاصة أو التابعة للأمم المتحدة . ولا شك أن هذه الهيئات العربية المختلفة سوف تدرس بدقة مبررات القروض المطلوبة ، وتراعى طاقة البلد المقترض على الوفاء بالتزاماته .

ثالثا : ولاشك أن نجاح عملية التصنيع تتطلب خبرات بشرية عالية فى أكثر من ناحية ولتحقيق هذه الغاية نقترح :

(أ) انشاء معهد عربى لشئون الاحصاء . ومعهد لشئون التخطيط ، ومعهد ثالث للادارة والتنظيم ، وبهذا يتسنى تخريج اعداد كافية مما يستعان بهم فى الأجهزة العربية العامة وفى المشروعات العامة ، على أن يراعى فى برامج هذه المعاهد التركيز على ما يتصل بقطاع الصناعة أولا وأخيرا .

(ب) التوسع فى تبادل الخبراء والفنيين بين البلاد العربية، على أن تراعى فى اختيارهم اعتبارات الصلاحية والكفاية فى النواحى الفنية والتنظيمية المتعلقة بالصناعة .

ويحسن اعداد قائمة بهم حسب جوانب التخصص ،ويترك لكل بلد عربى حرية اختيار من يشاء منهم .

(ج) ـ ازالة القيود ـ ان وجدت ـ على انتقال العمال وخاصة المهرة منهم للعمل فى الصناعات المختلفة بالبلاد العربية ، على أن توفر لهم الضمانات والتسهيلات المادية والاجتماعية الكافية .

(د) ويجب الاتفاق على مواصفات للسلع الصناعية تطبق فى البلاد العربية ، ويراعى فيها تطورها باطراد حتى تتمشى مع التقدم العالمى، وبذلك لا يتخلف العالم العربى .

رابعا : والتنمية الصناعية بالصورة التى نرسمها سوف تظل ناقصة أو قاصرة عن تحقيق هدفها وهو التكامل الحقيقى ، اذا لم تصحبها خطة عربية منسقة تتناول مسائل النقل والمواصلات ، وهذا يتطلب :

(أ) توحيد مقاييس الخطوط الحديدية ، ورفع كفاءة هذا المرفق .

(ب) التوسع فى انشاء الخطوط البرية التى تربط البلاد العربية المجاورة ، وذلك بعد أن أصبح النقل بهذه الوسيلة عنصرا جوهريا فى التبادل

التجارى ولعل من المشروعات التى آن الأوان لاخراجها الى حيز التنفيذ السريع ، ذلك هو مشروع الطريق البرى الذى يربط البحر المتوسط بالخليج العربى . والغرض منه اتصال موانىء بيروت وطرابلس واللاذقية بالبصرة والكويت والدمام على الخليج العربى، على أن تخرج منه فروع الى المراكز الهامة فى سوريا والأردن والعراق والمملكة العربية السعودية .

والآن الى أى حد يمكن أن تساعد « الأمم المتحدة » فى تحقيق هذا البرنامج الخاص بتكامل التنمية الصناعية فى البلاد العربية بصفتها الجماعية أى فى العالم العربى ككل الواقع أن فى مقدور المنظمة العالمية بأجهزتها ووكالاتها المتخصصة ، وبالهيئات ذات الصلة الوثيقة بها أو المنبثقة عن روحها ، أن تلعب دورا ايجابيا فى هذه التنمية التى تحدثنا عنها . ولعل الناحية الرئيسية التى تعنينا هى توفير الخبرة الفنية :

١ – قلنا أن المعادن التى تم الكشف عنها حتى الآن لا تمثل حقيقة ما يضمه باطن الأرض العربية من هذه الثروة ، وهذا راجع الى قصور الأبحاث التى أجريت فى الماضى . ولهذا تستطيع الأمم المتحدة أن تنظم بعثات من المتخصصين فى الدراسات الجيولوجية بمختلف أنواعها ، لتتعاون مع المتخصصين العرب ، فى القيام بعمليات مسح واستكشاف شاملة فى البلاد العربية ، للكشف عن المعادن وعن أماكن وجودها ، والاحتياطى الموجود منها . وأهم من هذا كله تقدير امكانيات الاستغلال التجارى ، ثم تقدم هذه المعلومات التى تحصل عليها الى الجهات المختصة والمسئولة . هذه العملية يجب أن تكون شاملة وعلى نطاق واسع ، ولا يكفى لنجاحها ارسال الخبراء والفنيين ، وانما تقدم الأمم المتحدة أيضا الأجهزة والمعدات اللازمة ومن أحدث الطرز وأرقاها وأدقها . وبهذه الطريقة تتكشف امكانيات الثروة المعدنية فى العالم العربى . وتصبح من القواعد التى يجرى ارساء صرح التنمية الصناعية عليها .

٢ – تقديم الخبرة الفنية فى مسائل الاحصاء والتكتيكات والادارة الصناعية والتنظيم والتخطيط ، لمعاونة الأجهزة العامة من قبيل التى أشرنا اليها ، فضلا عن البلاد العربية كل على حدة . حقيقة قدمت المنظمة معونة لبعض البلاد العربية فى ناحية أو أخرى ، ولكننا هنا نشدد على الجانب الصناعى من التنمية الاقتصادية . ويحسن أن تسهم الأمم المتحدة ماليا فضلا عن فنيا ، فى المعاهد التى افترضنا أنشاءها ، بل ولها أن تنشىء المعاهد اللازمة لهذه الأغراض والتدريب على نفقتها .

٣ – كذلك يتعين على البنك الدولى للانشاء والتعمير أن يتوسع فى تقديم القروض الى البلاد العربية لأغراض التنمية الصناعية ، بالاتفاق مع المؤسسة التى اقترحناها وبهذا الصدد نعيد تأكيد مادرجت البلاد النامية على المطالبة به من حيث خفض أسعار الفائدة التى تتقاضاها هذه المؤسسة الدولية .

٤ – تنظيم مؤتمرات دورية لبحث شئون التنمية الصناعية على الصعيد العربى العام ، باعتبار ان الوطن العربى ، بشقيه الشرقى والغربى ، اقليما واحدا متكاملا . وفى هذه المؤتمرات تناقش النتائج التى تحققت ، وتدرس نواحى التعثر وأسبابها ، وتقدم التوصيات اللازمة .

غير أننا نرى الزاما علينا ونحن نسعى الى الاستفادة من نشاط الأمم المتحدة أن نلفت النظر – مع التشديد الكافى – على ضرورة اختيار الخبراء والفنيين من أهل الكفايات الحقيقية التى يمكن أن يستفيد منها العالم العربى . أما اختيار العناصر الوسط أو التى هى دون الوسط ، فلا يمكن أن يسفر عن النتائج المرجوة . فالعنصر البشرى له أهميته ، ولكن بشرط التعرف على العنصر الصالح واستخدامه .

التقرير الختامى لمؤتمر التنمية الصناعية
للدول العربية بالكويت

عقد فى الكويت مؤتمر التنمية الصناعية للدول العربية تحت رعاية صاحب السمو أمير الكويت المعظم .

فى الفترة من ١ ــ ١٠ مارس (آزار) عام ١٩٦٦ بدعوة من حكومة الكويت .

ويعتبر هذا المؤتمر تدعيما للجهود التى تبذلها الدول العربية منفردة ومجتمعة لزيادة تقدمها فى ميادين التنمية الصناعية كما يأتى متمشيا مع مقررات مجلس الجامعة العربية (قرار ٢٠٨٧/٤٣) وقرار المجلس الاقتصادى والاجتماعى للأمم المتحدة (رقم ١٠٣٠ حـ ٣٧) بصدد هذا المؤتمر ومع الترتيبات التى اتخذتها الأمم المتحدة على المستوى الاقليمى للاعداد للندوة الصناعية الدولية المزمع عقدها خلال عام ١٩٦٧

ولقد وجهت حكومة الكويت الدعوة لحكومات الدول العربية لعضوية هـذا المؤتمر كما وجهتها الى امارات الخليج العربى ، والأمانة العامة لجامعة الدول العربية ومجلس الوحدة الاقتصادية ومنظمة التحرير الفلسطينية والمنظمات العربية المختلفة والأمم المتحدة ، وبعض وكالاتها المتخصصة ، وهيئات دولية واقليمية أخرى ، بصفة مراقبين ، كما حضر المؤتمر بصفة مراقبين أيضا بعض الدول غير العربية وذلك تلبية لرغبة حكوماتهم وقدمت الدول والهيئات المشتركة فى المؤتمر دراسات شتى قامت سكرتارية المؤتمر بطبعها وتوزيعها على الوفود المشتركة فى المؤتمر وكانت مرجعا لمناقشة مختلف بنود جدول الأعمال ، كما أعدت السكرتارية بعض الدراسات التى ألقت ضوءا على بنود جدول الأعمال المختلفة .

افتتاح المؤتمر

افتتح سعادة الشيخ عبد الله الجابر الصباح وزير التجارة والصناعة الكويتى نيابة عن صاحب السمو أمير الكويت فى تمام الساعة الرابعة من مساء الثلاثاء الأول من مارس ١٩٦٦ بقاعة مسرح التمثيل بثانوية الشويخ .

كما القى سعادة السيد محمد أحمد المرضى رئيس وفد جمهورية السودان كلمة أعضاء الوفود .

والقى سعادة السيد عارف ظاهر الأمين المساعد لجامعة الدول العربية كلمة الجامعة العربية .

وتلا السيد الدكتور ابراهيم حلمى عبد الرحمن رئيس وفد الأمم المتحدة رسالة الأمين العام للأمم المتحدة .

ثم القى السيد طالب جميل كلمة مجلس الوحدة الاقتصادية .

الجمعية العامة

عقدت أول جلسة للجمعية العامة للمؤتمر فى قاعة كلية التمريض بمستشفى الصباح فى الساعة الخامسة والنصف من مساء الثلاثاء ١٩٦٦/٣/١ . وقد تم فى هذا الاجتماع انتخاب رئيس المؤتمر ونائبيه الأول والثانى والمقرر وفيما يلى بيان بأسمائهم :

الرئيس : **سعادة الشيخ عبد الله الجابر الصباح** — رئيس وفد دولة الكويت

نائب الرئيس الأول : **سعادة السيد بلعيد عبد السلام** — رئيس وفد الجمهورية الجزائرية الديمقراطية والشعبية .

نائب الرئيس الثانى : **سعادة السيد أمين حلمى كامل** — رئيس وفد الجمهورية العربية المتحدة .

المقرر : **السيد عبد العزيز كمال** — عضو وفد المملكة الليبية .

ثم أقرت الجمعية العامة جدول الأعمال ولائحة الاجراءات .

تشكيل اللجان

كما أقر المؤتمر تشكيل لجنتين لدراسة المواضيع المدرجة فى جدول أعمال المؤتمر ، بحيث تقوم اللجنتان بالتنسيق فيما بينهما بالنسبة للمواضيع المشتركة .

كما شكل المؤتمر لجنة للصياغة برئاسة مقرر المؤتمر وعضوية مقررى اللجنتين الأولى والثانية وعضوين من وفدى الجمهورية العربية المتحدة والكويت .

كلمات رؤساء الوفود

وقد القيت فى الجمعية العامة كلمات السادة رؤساء وفود الدول والهيئات المشتركة فى المؤتمر .

الوضع الراهن للتنمية الصناعية في البلدان العربية

تتجه البلدان العربية الى تنمية اقتصادها وزيادة انتاجها المحلى والنهوض بمستوى معيشة سكانها ، وتبذل جهودا كبيرة فى تطوير بنيانها الاقتصادى والاجتماعى والاسراع بمعدلات النمو والأخذ بأساليب العلم والتكنولوجيا الحديثة فى التقدم . غير أن أغلب تلك البلاد ماتزال تعتمد على انتاج المواد الأولية الزراعية واستخراج الخامات التعدينية ومنها النفط كمصدر اساسى للدخل ، ولا زالت الصناعات التحويلية تحتل مكانا متواضعا كمصدر للدخل القومى وكمجال لاستخدام اليد العاملة ولا تشارك الا بنصيب متواضع فى مجال الصادرات . وبرغم الجهود الكبيرة التى تبذلها غالبية الدول العربية للاسراع بمعدلات التنمية الصناعية فان نصيب الصناعة التحويلية فى الناتج المحلى او فى الدخل القومى فى هذه الدول يكاد لا يتجاوز ١٠ فى المائة فى حين ان هذه النسبة ترتفع الى ٢٠ فى المائة فى بعض البلاد العربية بينما يتراوح نصيب الصناعة التحويلية فى البلاد المتقدمة صناعيا بين ٣٠ فى المائة و ٤٠ فى المائة من الناتج المحلى مما يشير الى البون الشاسع بين أغلبية البلاد العربية وبين الدول الصناعية فى نموها الصناعى . كما أن نسبة المشتغلين فى الصناعة التحويلية من القوى العاملة فى الدول العربية يتراوح بين ٣ فى المائة و ١١ فى المائة فى حين تبلغ تلك النسبة فى البلاد الصناعية ما بين ٣٠ فى المائة و ٤٠ فى المائة من اجمالى القوى العاملة ، مما يدل أيضا على أن الصناعة لم توجد الفرص الكافية لاستيعاب القوى العاملة المتزايده . وبالاضافة الى ذلك فان نصيب الفرد من الدخل الصناعى المحلى بالنسبة لمجموع السكان لا يزال ضئيلا فى غالبية البلاد العربية ، اذ يقدر معدل هذا النصيب بنحو ١٠ جـ للفرد فى عام ١٩٦٣ ، ونحو ٤٨٠ جـ فى الدول المتقدمة فى عام ١٩٦٠ . مما يشير الى أن نصيب الفرد فى هذه الدول الأخيرة بلغ ما يقرب من ثمانية عشر أضعاف نصيب الفرد فى البلاد العربية كما يشير الى البون الشاسع بين التقدم الصناعى فى الدول الصناعية ومثيله فى الدول العربية على وجه الاجمال ، هذا على الرغم من أن غالبية الدول العربية فى السنوات التى سبقت اتجاهها نحو التخطيط الشامل واهتمامها بوضع البرامج الصناعية وتنفيذها ، كان معدل النمو السنوى لانتاجها الصناعى يتراوح ما بين ٣ فى المائة الى ٨ فى المائة ، وان ذلك المعدل السنوى للنمو الصناعى ارتفع فى السنوات القليلة الماضية من تنفيذ خططها الاقتصادية وبرامجها الصناعية الى ما بين ٨ فى المائة سنويا الى ١٤ فى المائة سنويا فى عدد كبير من البلدان العربية وفاق ذلك فى بعض منها .

هذا وقد كان نصيب الصادرات من السلع المصنعة لا يتجاوز ٥ فى المائة من اجمالى الصادرات الوطنية فى بعض البلاد العربية فى حين بلغت نسبتها ما بين ٢٥ فى المائة و ٣٠ فى المائة من اجمالى الصادرات الوطنية فى عدد قليل من تلك البلاد ومرجع ذلك الى ان اغلبية البلدان العربية قد اتجهت فى تنميتها الصناعية فى الماضى الى تنمية الانتاج من السلع الاستهلاكية الصناعية لتحل محل الواردات من تلك السلع وتكون بديلا عنها . وقد اتجه قليل من تلك الدول فى الماضى الى تنمية الانتاج الصناعى بهدف تنمية الصادرات بصفة أساسية . ومما يدعو الى الارتياح ان المشروعات والبرامج الصناعية تلاقى الاهتمام الكبير فى خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية الجارى تنفيذها او المرسومة للتنفيذ فى الوقت الحاضر فى غالبية الدول العربية . ومن دلائل ذلك أن نسبة الأموال المخصصة للصناعة فى تلك الخطط القومية فاقت كثيرا نسبتها الى اجمالى الاستثمارات القومية السنوية قبل الأخذ بأسلوب التخطيط ، ووصلت نسبة تلك الاستثمارات المستهدفة فى الصناعة الى ما بين ١٥ بالمائة و ٣٠ فى المائة من اجمال الاستثمارات المرتقبة فى خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية لمعظم البلاد .

وباستعراض البنيان الصناعى وتطوره فى البلدان العربية حتى الوقت الحاضر ، يتبين أن أغلب فروع الصناعة التى اتجهت اليها التنمية الصناعية فى الماضى تناولت على الأغلب انواعا من صناعات السلع الاستهلاكية الخفيفة لمواجهة الطلب المحلى على تلك

السلع بدلا من استيرادها ، كما هو الحال بالنسبة للصناعات الغذائية والمشروبات والتبغ والمنسوجات والملابس والى تنمية بعض السلع وكذلك تنمية بعض السلع الاستهلاكية المعمرة كصناعة الاثاث والادوات المنزلية وعدد من صناعات التجميع فى المنتوجات الهندسية . وقد اتجهت بعض الدول منذ وقت قريب الى الصناعات الكيماوية الأساسية ومنها صناعة الأسمدة والأحماض والقلويات والغازات والأملاح الصناعية ، كما اتجه بعضها الى صناعة منتجات المطاط والاطارات وغيرها فى حين اتجه قليل منها الى صناعة بعض المعدات وأدوات الانتاج .

ولم يكن هناك فى كل ذلك اتجاه مرسوم الى التنسيق فى تنمية فروع الصناعة المشار اليها ، أو الى ايجاد التكامل بينها ، أو التعاون بين مجموعات من الدول العربية بشأن اقامتها والانتفاع بمزايا الانتاج الواسع والسوق العربية على نطاق أوسع ، بالرغم مما لهذا التنسيق والتعاون من امكانيات فى الوصول الى تجميع الجهود البشرية والموارد المالية والفنية والحصول على أفضل استخدام لها فى تنمية فروع الصناعة فى البلاد العربية على أساس من توافر الموارد والمواد الخام والخبرات والمهارات المحلية ودفع عجلة التنمية الصناعية بمعدلات أكثر ارتفاعا للاقتصاد العربى فى مجموعه .

وتدل البيانات التقريبية المتوفرة عن السنوات القليلة الماضية على أن صناعات الأغذية والمشروبات والتبغ والمنسوجات والملابس تشكل فى مجموعها ما بين ٥٠ بالمائة وبين أكثر من ٧٠ بالمائة من اجمالى الناتج من الصناعات التحويلية فى غالبية البلاد العربية ، فى حين ان صناعات الاثاث والأخشاب والورق وصناعة الطباعة والنشر وهى من الصناعات الخفيفة أيضا تشكل فى مجموعها بين ٦ بالمائة و ٨ بالمائة من اجمالى الناتج من الصناعات التحويلية جميعا فى تلك البلاد . ومدلول ذلك أن الصناعات الثقيلة ومنها صناعة المعادن الاساسية والمنتجات المعدنية ومنتجات المطاط والصناعات الكيماوية والصناعات الهندسية على تعدد أنواعها لا زالت تشكل النصيب الأقل فى الناتج الصناعى القومى .

وقد اتجهت عدة بلاد عربية الى تنمية بعض فروع تلك الصناعات أو عدد غير قليل منها فى خططها الجارية والمرتقبة لمواجهة الخلل الناشىء عن التزايد الكبير فى الواردات من تلك السلع الانتاجية فى فترات التنمية السابقة وتزايد الطلب عليها فى مراحل التنمية المستقبلة .

ويتزايد اشتراك القطاع العام فى التنمية الصناعية فى البلاد العربية بدرجات تتفاوت فيما بينها وفى فروع الصناعة المختلفة وخاصة منها ما يحقق أغراض التنمية الاقتصادية والاجتماعية الشاملة ، وتزايد اهتمام الحكومات العربية السياسة الصناعية والتشريعات الصناعية والتنظيم الصناعى وامور التدريب والتعليم والبحوث والدراسات المتصلة بالصناعة ومشاكلها الرئيسية . ووضح اتجاه الدول العربية الى الأخذ بأساليب التخطيط الشامل بما فيه وضع البرامج الصناعية وتنمية المرافق والتنظيمات التنفيذية لدفع عجلة التنمية الصناعية قدما الى الامام بخطى واسعة . ويشير المؤتمر الى أن خطط التنمية الصناعية لا تشتمل على ما هنالك من مشروعات مستحدثة فى فروع الصناعة وبرامج مستقبلة للتوسع فى تلك الفروع وتنميتها فحسب ، بل وتشتمل كذلك على ما هنالك من طاقات انتاجية قائمة سواء ما كان منها فى الصناعات التقليدية وما هو منها فى الصناعات الحديثة ، وما يمكن ان تتخذ بشأن تطويرها والارتفاع بكفايتها وتحسين انتاجها وزيادته كما ونوعا ، ويتطلب هذا كثيرا من الجهود الواعية فى الدراسة والبحث التطبيقى والتنسيق والربط المتواصل بين تلك المشاريع جميعا ، والعمل على توفير المتطلبات الاساسية للتنمية الصناعية بأقصى معدلات ممكنة .. وما يتضمنه ذلك من تنمية المواد الخام اللازمة وتدبير الخبرة والمهارات الفنية المناسبة واختيار أنواع المعدات والآلات وأساليب الانتاج الملائمة ووضع التنظيم واساليب الادارة الكفيلة بخفض تكلفة الانتاج وتسويقه ، وتدبير الاموال اللازمة للصيانة والتحسينات والتشغيل الاقتصادى الكامل ، على أساس من حجم الاسواق ومتطلباتها مع تخطيط كل ذلك فى اطار مترابط مستكمل بصفة مستمرة .

وينوه المؤتمر الى وجود بعض الظواهر التى تقف حجر عثرة فى طريق قيام صناعات عربية عديدة على أساس الانتاج الواسع ، يمكن أن تؤدى الى الاسراع بمعدلات التنمية الصناعية ، ومن تلك الظواهر قيام البلدان العربية بانشاء صناعات متكررة ومتماثلة فى كل بلد منها بمعزل عن أوضاع أسواق البلدان العربيةالأخرى ، مما يؤدىالى اقامة منشآت صناعية تزيد سعتها الانتاجية عن حاجة أسواق البلد الذى قامت فيه أحيانا ، كما ويؤدى الى اقامة منشآت صناعية صغيرة أقل سعة مما يسمح بتوافر مقومات الجدارة الانتاجية العالية ، ويترتب على ذلك فى كلتا الحاليتين ارتفاع تكلفة الانتاج وخفض مراكزه التنافسية .

وهناك حاجة الى التنسيق الصناعى بين البلاد العربية والى تكامل الصناعات بينها وقيامها على التخصص والتنوع حسب الموارد المتوافرة وطاقات الاسواق على استيعاب منتجاتها ويتطلب التنسيق مزيدا من الدراسات التفصيلية والى كثير من المعلومات الاحصائية والبيانات الفنية عن الموارد والطاقات والامكانيات والاحتياجات ، والى تبادل الخبرة والبيانات الكمية والنوعية بين الدول العربية بصفة مستمرة ودورية .

كما ويتطلب التنسيق تخطيطا وتنظيما واجراءات تؤدى الى تحقيقه على مر الزمن .

ويلاحظ المؤتمر أن هناك عديدا من المشاكل تواجهها التنمية الصناعية تتطلب تعبئة فى الجهود ومزيدا من التعاون فى حلها بين الدول العربية من جهة وبينها وبين الدول الصناعية والمنظمات الدولية من جهة أخرى ، ومن أهم المشاكل التى ينوه بها المؤتمر ما يلى : ـ

١ ـ مشاكل التخطيط الصناعى وتقييم برامجه ومشروعاته ضمن نطاق التخطيط الاقتصادى والاجتماعى الشامل فى كل دولة عربية ومتطلبات ذلك من قيام وتعزيز أجهزة التخطيط والتقييم والمتابعة

٢ ـ مشاكل اختيار فروع الصناعات وأنواع المشروعات الصناعية وتحديداولوياتها والربط بينها ووضع ترتيبها الزمنى للتنفيذ ومعايير ذلك فى كل دولة على حدة وبما يهىء للتنسيق الصناعى بين الدول العربية .

٣ ـ مشاكل عدم توافر المعلومات الفنية والبيانات الاحصائية عن الموارد الصناعية وامكانياتها وتداولها بين البلدان العربية بصفة دورية .

٤ ـ مشاكل ندرة المهارات المهنية والتخصصات الفنية والقدرة الادارية المطلوبة للتنمية الصناعية السريعة وكيفية التغلب عليها بالربط بين تخطيط البرامج والمشروعات الصناعية وبين تخطيط التعليم والتدريب والحوافز بالنسبة للعاملين فى المجالات الصناعية .

٥ ـ مشاكل الانتاج الصناعى ومواصفاته واسواقه وأسعاره .

٦ ـ مشاكل تمويل التنمية الصناعية من الموارد المالية المحلية ومن الموارد الخارجية والعمل على الربط بين دراسات الجدوى الاقتصادية للمشروعات الصناعية وبين مصادر ومراحل تمويلها .

٧ ـ مشاكل النهوض بالبحوث الصناعية والتنظيم الصناعى وتعبئة الموارد العربية المتاحة لبحثها وايجاد الحلول لها .

٨ ـ مشاكل الدول العربية فى علاقاتها بالدول الصناعية فيما يتعلق بالحصول على براءات الاختراع وتراخيص انتاج السلع الصناعية والحصول على الخبرات وخدمات المشورة وتبادل الرأى بشأن مصاعب بعض الصناعات القائمة وفى مجالات تنمية صناعات أخرى تتوافر لها الموارد الطبيعية والمواد الخام المحلية .

ويشير المؤتمر الى الاهمية القصوى لتوسيع مجالات التعاون الدولى والمعونة الدولية اللازمة للاسراع بمعدلات التنمية الصناعية فى الدول العربية سواء منها مايمكن ان تقدمهالدول الصناعية وما يتطلب الأمر أن تقدمه الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة والهيئات الأقليمية .

القطاعات الصناعية

أولا ـ الصناعات المعدنيـة والهندسية وصناعات مواد البناء .

حيث أن التصنيع هو سمة العصر فان الدول العربية مقتنعة بأن الصناعات المعدنية تعتبر الاساس فى قيام وخلق الصناعات الاخرى ويعتمد عليها فى :

- **اقامة المنشآت الصناعية والسكنية .**
- **الخطوط الحديدية والمواصلات وشبكة الكهرباء .**
- **صناعة الآلات والمعدات الخفيفة والثقيلة .**
- **قيام العديد من الصناعات والمشروعات الهندسية الاخرى .**

ومن الصناعات المعدنية التى تهم الدول العربية فى دور نموها الصناعات التالية :ـ

(أ) الحديد والصلب :

يستخلص من الدراسات المقـدمة للمؤتمر أنه باستكمال الطاقات الانتاجية للمصانع الحالية والمنتظر اقامتها حتى عام ١٩٧٠ سيصل انتاج الحـديد والصلب فى الدول العربية الى ٧٫٥ مليون طن منها ٢٤ ٪ قائم على صهر الحديد الخردة لانتاج حديد الخرسانة .

كما أن نصيب الفرد فى المتوسط من الحـديد والصلب فى الدول العربية منخفض جدا اذا ما قورن بالمعدل فى الدول المتقدمة صناعيا .

وتقوم صناعة الحديد والصلب فى الوقت الحالى فى الدول العربية بانتاج الحـديد والصلب اللازم للعمليات الانشائية والعمرانية والهندسية من أسياخ وألواح ومقاطع بمواصفات عالية الا أن الامر يحتاج الى النظر فى انتاج أنواع جديدة من سبائك الصلب ذات المواصفات الخاصة والتى تستخدم فى صناعة العدد اللازمة للصناعة والادوات الطبية والصلب المستخدم فى عمليات السـحب العميـق وألواح الصلب غير القابل للصدأ أو غيرها .

(ب) الصناعات المعدنية الأخرى :

فى حين تتوفر خامات النحـــاس والرصاص والزنك والمنجنيز فى الدول العربية الا أن انتـاج المعادن منها ما زال ضئيلا .

أما بالنسبة للمعادن الاخرى كالكروم والتنجستن والكوبالت فان انتاج الدول العربية لا يكاد يذكر الى جوار الانتاج العالمى . ونظرا لاهميـة هـذه المواد للصناعات الهندسية ولصناعة الصلب خاصة ووجود هذه المعادن فى بعض بلدان الدول العربية **فهى تحتاج الى كثير من البحث والتنقيب والمسح الجيولوجى ودراسة امكانيات استغلالها .**

ومع توافر الخدمات الاوليـة اللازمة لاقامة الصناعات المعدنية الاسـاسية فى كثير من الدول العربية فان تصنيعها **يحتاج الى خبرات عاليـة ومهارات فنية ممتازة فضـلا عن رؤوس الاموال الكبيرة** مما قد يجعل المنطقة العربية احدى المناطق المصدرة لهذه المعادن على هيئة منتجات مصـنعة أو نصف مصنعة .

ويدعو الامر الى **تضافر الجهود** للعمـل على : **تنسيق هذه الصناعات فى الدول العربية والاستفادة من الامكانيات والطاقات الموجودة بها وزيادة التعاون مع المنظمات الدولية لتبادل المعـلومات والخبرات وتدارس مشاكل التمويل المتعلقة بها .**

(جـ) الصناعات الهندسية :

تفتقر معظم الدول العربية الى الصـناعات الهندسية ولا زالت متخلفة كثيرا فى هذا المضمار عن الدول المتقدمة صناعيا . وقد قامت بعض الدول العربية بانشاء بعض الصناعات الهندسية منـذ فترة وجيزة كما أقام بعضها صـناعات بسيطة تعتمد على تجميع الاجزاء المصنعة مثل صـناعة **تجميع الثـلاجات وأجهـزة التكييف والراديو والسيارات والجرارات** ـ وذلك بقصـد **اكساب العاملين فى هذه الصناعات بعض المهارات الفنيـة تطلعا للتصنيع الكامل .** وان كانت هذه الوسـيلة من التصنيع قد أدت الى زيادة الارتباط بمستلزمات انتاج أجنبية بالاضافة الى أن التحسينات المستمرة على نوع الانتاج فى البلاد المتقدمة والتى تضطر الدول العربية الى اقتباسها ، كل هذا قد **يؤدى فى بعض الحالات الى ارتفاع تكلفة الانتـاج عنها فى موطنها الاصلى والى ضيق امكانية فتح أسواق جديدة لهذه المنتجات .**

وتحتاج الصناعات الهندسية الى قيام تعاون فنى فى مجال الصناعات المعدنية لتوفير المواد الاولية اللازمة لها بما يتفق مع المواصفات والمستويات العالمية والعمل على ايجاد الخامات البديلة التى يمكن انتاجها محليا .. هذا وتوجد مشاكل عامة أخرى الصناعات الهندسية فى الدول النامية تتطلب مزيدا من العناية والاهتمام بالتعاون على الصعيد العربى مما يوفر كثيرا من الجهد والوقت والمال . هذا وقد تطرق المؤتمر لبحث النقاط التالية كحاول للتعاون العربى المنشود وهى :

١ — **توحيد المعدات والآلات** اللازمة للصناعات الهندسية ودراسة امكانيات صنعها .

٢ — توحيد **المواصفات القياسية لمعدات** تلك الصناعات وخاماتها وأساليب تصنيعها .

٣ — **التوسع فى الصناعات التجميعية** بالعمل على تصنيع أجزائها محليا وعلى مراحل .

٤ — قيام **تعاون فنى لدراسة** طرق الانتاج وأساليبه .

٥ — تحديد **مواصفات الانتاج** وانواعه بالنسبة لمطالب الاسواق .

٦ — دراسة **مشاكل التصميم** وتحسين المنتجات وطرق التغلب عليها .

(د) صناعات مواد البناء :

خطت الدول العربية خطوات واسعة فى السنوات القليلة الماضية فى اقامة الانشاءات العمرانية والصناعية وذلكلمواجهة الزيادة المستمرة فى عدد السكان والتمشى مع متطلبات التنمية الاقتصادية والاجتماعية . **وتعتبر صناعة مواد البناء حجر الزاوية لجميع قطاعات التنمية** ، وتظهر اهميتها بوضوح فى نواحى الانتاج والخدمات . فزيادة توسعات الدولة فى برامج التنمية الصناعية باقامة **المصانع والتوسع فى التعليم والرعاية الصحية باقامة المدارس والمستشفيات وربط المدن المختلفة واقامة الطرق وتعمير القرى والصحارى والمدن النائية** . كل ذلك يؤدى الى **زيادة الطلب على مواد البناء** مما يستلزم التوسع فيها والعمل على تقليل نفقات انتاجها .

ومن طبيعة هذه الصناعات **حاجتها الى كميات كبيرة من المواد الاولية** ذات المواصفات الخاصة مع ضخامة انتاجها . فهى تستلزم كثيرا من العناية عند دراسة مواقع اقامتها ، ومنها ما يلزم اقامته بالقرب من مراكز التوزيع ومنها ما يفضل اقامته بالقرب من مناطق توفر الخامات .

وتحتاج هذه الصناعة الى : مزيد من الدراسة والتنسيق ، **وقد بلغت بعض الدول العربية درجة كبيرة من الخبرة الفنية فى صناعة الاسمنت وبلغت منتجاتها من المستوى الذى يمكن مقارنتها بالانتاج العالمى** . وبالتعاون الفنى والمادى فيها يمكن **للدول العربية** أن تكون احدى مناطق **تصنيع الاسمنت** . حيث أن هذه الصناعة تعتبر من الصناعات الاقتصادية الناجحة .

ويمكن اجمال القول أن الصناعات الهندسية والمعدنية ومواد البناء تحتاج الى تدارس أوجه التعاون والذى قد يتأتى بتكوين لجان اقتصادية وفنية دائمة تضم خبراء الدول العربية فى هذه الصناعة لايجاد الحلول المناسبة لمشاكل هذه الصناعات وتقديم المعونات الفنية والاقتصادية للنهوض بها .

والمؤتمر اذ يسجل باهتمام الدول العربية بصناعة الحديد والصلب ليؤكد ضرورة استكمال المسح الجيولوجى فى الدول العربية للتعرف على امكانياتها وما يتوفر لديها من خامات معدنية .

ولما كانت **صناعة الحديد والصلب تحتاج لرؤوس أموال ضخمة فضلا** عن انها **لا تحقق عائدا سريعا** فقد يكون من المجدى فى ظل ظروف البلاد العربية الحاضرة أن تتجه الى **اقامة مصانع صغيرة تتطور مستقبلا الى مصانع كبيرة** مع دراسة امكانية الاستفادة قدر المستطاع من الطاقات الطبيعية التى قد تكون متوفرة فى البلاد العربية .

ونظرا لأهمية المعادن الأخرى **كالنحاس والرصاص والزنك** للصناعات المعدنية وضآلة انتاج الدول العربية منها ، فقد رأى المؤتمر العمل على **زيادة البحث عن خامات هذه المعادن** حتى يمكن التوسع فى انتاجها .

كما تناول المؤتمر موضوع المعادن التى تدخل فى صناعة الحديد والصلب والتى تساعد فى انتاج سبائك الصلب كالمنجنيز والكروم والكوبالت فاكد ضرورة الاهتمام بدراسة انتاجها اقتصاديا بمايحقق وفرتها للصناعات القائمة والمشروعات المستقبلة بالدول العربية .

وبالنسبة للصناعات الهندسية فقد تركزت مناقشة المؤتمر على **الصناعات التجميعية ووجوب البدء بها فى مراحل الانتاج الاولى حتى يتمكن العاملون من اكتساب بعض المهارات على أن ينظر عند دراسة قيام هذه الصناعات التجميعية امكان تصنيع أجزائها على مراحل** بحيث تصنع تصنيعا كاملا دون الاعتماد على مصادر استيراد أجزائها كلما امكن ذلك . كما رأى المؤتمر ضرورة **توحيد المواصفات القياسية وأسس الرقابة الفنية** على هذه المنتجات حتى يسهل تبادلها .

وتناولت المناقشة فى **الصناعات الانشائية الكميات الكبيرة التى تستوردها الدول العربية** من مواد البناء والمبالغ الضخمة التى تصرف فى عمليات التشييد والتى تظهر فى خطط التنمية بالدول العربية ، بالاضافة الى **الاسراف فى استخدام مواد البناء** والتى يمكن توفير الكثير منها . كما تناولت المناقشة أهمية صناعة الاسمنت بالدول العربية وتوفر المواد الأساسية بها والذى يمكن من زيادة التوسع فى اقامة المشروعات اللازمة بالتعاون بين الدول العربية بما يحقق وفرة فى الانتاج تغطى احتياجات المنطقة . وقد خلص المؤتمر الى **ضرورة اقامة وحدات دراسية فى المجال العربى أو معاهد متخصصة اقليمية لتكنولوجية صناعية مواد البناء ودراسة المواد الاساسية المتوفرة فى البلدان العربية ومدى ملائمتها لطبيعة كل دولة ووضع المواصفات اللازمة لمواد البناء وبحث الوسائل التى تخفض من تكاليفها واستغلال فضلات المصانع الاخرى فى صناعة مواد البناء والعمل على تحديد أسس التصميم الفنية لاغراض التشييد المختلفة وكذلك زيادة تبادل الخبرات المتخصصة بين الدول العربية .**

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ – يوصى المؤتمر الدول العربية بالعمل على استغلال خامات الحديد المتوفرة فيها ودراسة امكانية استخدام الغاز الطبيعى والنفايات البترولية فى عمليات اختزال خامات الحديد . (١)

٢ – يوصى المؤتمر الدول العربية بالعمل على استكمال المسوح الجيولوجية فيها لامكان دراسة استغلال الخامات اللازمة لانتاج الحديد والصلب والخامات المعدنية الاخرى بصورة كاملة لما فى ذلك من أهمية بالغة من تعريف الدول العربية الاخرى بنتائج البحث . (٢)

٣ – يوصى المؤتمر الدول العربية باقامة وحدات صغيرة وكبيرة فيها مع مراعاة التنسيق والتكامل من ناحية توفر الخامات والمنتجات على أن يتمشى ذلك مع خطط التنمية فى الدول العربية . (٣)

٤ – يوصى المؤتمر الدول العربية بتمويل القطاع الحكومى لصناعة الحديد والصلب وقيام الدول بضمان اقامة هذه المشروعات حيث أنه لا يظهر منها عائدا سريعا . (٤) وذلك عندما يعجز القطاع الخاص عن ذلك .

٥ – يوصى المؤتمر الدول العربية باقامة الصناعات التجميعية كخطوة أولى نحو اقامة صناعات هندسية على أن يتم تصنيعها محليا وعلى مراحل . (٥)

٦ – يوصى المؤتمر الدول العربية بدراسة امكانية قيام مشاريع هندسية فيها تنتج أجزاء متكاملة مع بعضها فى الدول العربية الاخرى . (٦)

٧ – يوصى المؤتمر الدول العربية باقامة مراكز أبحاث دائمة ودعم القائم منها لدراسة مواد البناء وصناعاتها ووضع المواصفات الخاصة بها من ناحية التركيب والانتاج وأسس التصميم الخاصة بكل دولة طبقا لاغراض التنمية المختلفة . (٧)

٨ – يوصى المؤتمر الدول العربية بتبادل الخبرات الفنية والمعلومات والاستشارات فيما يختص بصناعة مواد البناء . (٨)

٩ – يوصى المؤتمر الدول العربية أن تعمل على تدعيم وتنسيق صناعة مواد البناء عن طريق تحسين المواد المحلية وتحديد مواصفات المواد المنتجة محليا كالجير والرمل والجبس والطفل والمخلفات الزراعية المختلفة . (٩)

١٠– يوصى المؤتمر الدول العربية بالعمل على انشاء ودعم أجهزة لتنفيذ الاعمال الانشائية المختلفة . (١٠)

ثانيا – الصناعات الغذائية والزراعية غير الغذائية :

لاحظ المؤتمر أن **للصناعات الغذائية** أهمية كبيرة للدول العربية عامة وللدول المزدحمة سكانيا أو التى تشكو من **ضيق فى رقعة الأرض الزراعية** بشكل خاص وان سوق البلدان العربية تكون وحدة متكاملة لتبادل المواد الغذائية من خلال التعاون فى تصنيع المنتجات الغذائية لدى الدول العربية الزراعية وتصديرها للبلدان الاخرى التى تشكو نقصا فى الاغذية .

وقد لاحظ المؤتمر أن انتاج المنطقة العربية من **الاسماك** يعادل ١ ٪ من الانتاج العالمى البالغ (٤٦) مليون طن عام ١٩٦٣ ، ومعدل استهلاك الفرد حاليا لا يتجاوز (٤) **كغم** سنوياً فى حين يصل هذا المعدل الى (٣٠) **كغم** فى الدول المتقدمة . والنسبة الحالية للانتاج لا تتفق والامكانيات العظيمة المحيطة بالدول العربية المتمثلة **بالمحيط الاطلسى والبحرين المتوسط والاحمر والخليج العربى والبحيرات والمستنقعات والانهار** الجارية المليئة بالاسماك .

كما أدرك المؤتمر أن الانتاج العالمى **للسكر فى** عام ١٩٦٣ كان يعادل **(٥٢٫٢)** مليون طن ومعدل استهلاك الفرد يساوى (**١٧٫٤**) كغم سنويا ، أما الاستهلاك السنوى للدول العربية فقد بلغ فى عام ١٩٦٣ **(١٫٨)** مليون طن بمعدل سنوى قدره **(١٨٫٦)** كغم للفرد الواحد وانتاجها الحالى يتراوح بين **(٥٠٠ – ٧٠٠)** ألف طن رغم وجود امكانيات كبيرة لزيادة هذه الكمية **بتوسيع المساحات المزروعة من القصب والبنجر واستغلال الكميات الكبيرة من التمور .**

واطلع المؤتمر على انتاج البلدان العربية من الزيوت النباتية المستخرجة من الزيتون ومن بذور القطن والكتان والفول السودانى والسمسم الذى لا يتعدى نصف مليون طن سنويا بنسبة تقدر بـ ٢٫٥ ٪ من الانتاج العالمى البالغ (٢٠) مليون طن عام ١٩٦٤/٦٣ ورأى أن زيادة الانتاج من هذه الزيوت يتطلب التعاون بين الزراع والصناعيين للتوسع فى زراعة البذور الزيتية وزراعة أصناف ترتفع فيها نسبة الزيوت .

ولاحظ المؤتمر أنه بالرغم من توفر وجود أشجار لينة وأشجار ذات ألياف قصيرة ومخلفات زراعية تتمثل فى مصاصة القصب وقش الكتان وقش الذرة والقمح والرز والبردى ، وحطب القطن والنخيل ، والبوص والبامبو تصلح كلها **لصناعات الورق** فانها **لا زالت غير مستغلة استغلالا اقتصاديا** حيث بلغ الانتاج السنوى من الورق فى عام ١٩٦٣ ما يقرب من (١٨٣) ألف طن فى حين أن الاستهلاك السنوى بلغ (٤٥٠) ألف طن بمعدل سنوى للفرد يعادل **(٥٫١) كغم** يقابله **(٢٥٫١) كغم** متوسط استهلاك الفرد فى العالم .

وقد تناولت مناقشات المؤتمر المواضيع التالية :

١ – دور منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة فى مجال تصنيع المنتجات الزراعية والغذائية وما يمكن أن تقدمه للدول العربية فى هذا المجال .

٢ – أهمية قيام وحدات للتخطيط والاشراف على انشاء وتطوير الصناعات الغذائية والزراعية غير الغذائية .

٣ – العناية بالثروة السمكية وأهمية حرية الصيد فى المياه الاقليمية العربية للاساطيل العربية والنظر فى امكانية تخصيص مساحات من المياه الدولية لاساطيل الصيد العربية .

٤ – تعزيز اللجان والاجهزة القائمة ضمن نطاق الجامعة العربية لكى تتمشى مع متطلبات الدول العربية فى التوسع فى تصنيع المنتجات الزراعية .

٥ ـ العراقيل التى تواجه الدول العربية فى توسيع تبادل المنتجات الغذائية المصنعة والاجراءات المطلوب اتخاذها لتذليل ذلك .

وبعد دراسة المواضيع المذكورة أقر المؤتمر التوصيات الآتية :

١ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بسن التشريعات والانظمة والتعليمات الخاصة بتحديد كيفية واوقات استغلال الثروات المائية بشكل عام وتنظيم عملية الصيد فى المياه العربية بأن يسمح لاساطيل الصيد العربية بالتمتع بحرية الصيد فى المياه الاقليمية العربية . (١١)

٢ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بتنظيم وتنسيق بحوث واستغلال الثروة المائية فيها ضمن نطاق الجامعة العربية . (١٢)

٣ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بالتوسع فى تبادل المنتجات والمصنوعات الغذائية بينها بتذليل مشاكل النقل وتسهيل الاجراءات الادارية وتوحيد المواصفات الفنية وما اليها . (١٣)

٤ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بالعمل على التوسع فى الافادة من المخلفات الزراعية فى البلاد العربية واخشاب الغابات ذات الاشجار اللازمة لاغراض التشييد والاثاث . (١٤)

٥ ـ رغبة من المؤتمر فى العمل على تحقيق تكامل صناعى اقليمي عربى دون تنافس فى مجالات الصناعات الغذائية والصناعات الزراعية غير الغذائية والثروة المائية فانه يوصى الدول العربية بوجوب اجراء دراسات اقتصادية لمقارنة انتاجية المحاصيل الزراعية لكل محصول على حدة فى البلدان العربية . (١٥)

٦ ـ يدعو المؤتمر الجامعة العربية لتعزيز أجهزتها الحالية والمتعلقة بالصناعات الغذائية والصناعات الزراعية غير الغذائية والاستفادة من اللجان المتفرعة من هيئة الامم المتحدة ووكالاتها المتخصصة . (١٦)

٧ ـ يدعو المؤتمر الدول المتقدمة صناعيا وخاصة تلك التى تدخل ضمن تكتلات اقليمية الى زيادة مستورداتها من المواد الغذائية المصنعة فى البلدان العربية وذلك ضمن نطاق التعاون بين البلدان المذكورة والبلدان النامية تسهيلا لهذه الدول بالنهوض باقتصادياتها . (١٧)

ثالثا ـ صناعة الغزل والنسيج :

اكد المؤتمر اهتمامه بصناعة **الغزل والنسيج** فى البلدان العربية واعتبرها من **الصناعات الاقتصادية** الهامة والقديمة حيث تعتمد هذه الصناعة على القطن بالمرتبة الاولى نظرا لوفرة انتاجه فى بعض البلاد العربية .. وتزداد اهميته زيادة الطلب للاستهلاك المحلى بمعدلات كبيرة حيث ان منتجاتها تعتبر من **السلع الاستهلاكية الضرورية للانسان** والتى تتمشى مع التقدم الحضارى المستمر . الامر الذى ادى الى تطورها السريع وادخال انواع كثيرة من الخيوط والمنسوجات المتنوعة .

ولاحظ المؤتمر ان صناعة الغزل والنسيج تتميز استيعابها **لاعداد كبيرة من الايدى العاملة** والذين لا يشترط فيهم مهارات فنية عالية فى مراحلها الانتاجية من كرد وغزل ونسج وتجهيز والممكن توفره بقليل من الجهد فى التدريب .. الا ان التطور العلمى المستمر فى العلوم التكنولوجية لهذه الصناعة يزيد من الحاجة الى ميزات ومهارات عالية لتصميم انواع مستحدثة منها وتحسين طرق انتاجها حتى تتمكن من المنافسة فى الاسواق الخارجية وتخفيض تكاليفها الانتاجية .

والتوسع فى صناعة الغزل والنسيج يمكن الدول النامية من تحقيق كثير من أهدافها من امتصاص البطالة المقنعة والاستفادة الكاملة من القوى البشرية العاطلة لتحقيق زيادة فى الدخل القومى وتغطية حاجات السكان من بعض السلع الاستهلاكية الضرورية كما أنها تزيد من التوسع وانتعاش عدد كبير من الصناعات الصغيرة المكملة لها كالحياكة وصناعة الملبوسات والتطريز والاشغال اليدوية الاخرى الى جوار قيام صناعة المعدات والآلات اللازمة لها .

وتعتبر بعض **الدول العربية من أكبر الدول المنتجة للقطن** وتشكل نسبة انتاجها من **القطن الخام حوالى ٧٪** من الانتاج العالمى وتعتبر مصدرا رئيسيا للدخل . **الا ان مجموع انتاجها من الانسجة القطنية لا يكاد يسد نصف الاحتياجات السنوية للسكان بالمنطقة العربية .**

وتعتبر الجمهورية العربية المتحدة من أكبر الدول العربية انتاجا وتصنيعا للقطن وتمكنت فى السنوات الاخيرة من تغطية احتياجاتها من المنسوجات وتمكنت من تصدير كميات كبيرة من الغزل والمنسوجات وبالرغم من هذا فانها تقوم بتصنيع ٣٠٪ من انتاجها وينتظر أن نسبة القطن المصنع من انتاجها ٤٠٪ عام ١٩٧٠ .

وليس ضروريا أن تقوم هذه الصناعة فى البلاد التى تقوم بانتاج القطن فهناك بعض الدول المتخصصة فى صناعة النسيج ولا يزرع بها القطن مثل **اليابان وانجلترا فاليابان تعتبر الآن أولى دول العالم المصدرة للمنسوجات القطنية** وتصدر منه حوالى ٢٢٥٫٠٠٠ طن أى أكثر من **خمسة أضعاف الكميات التى صدرتها الجمهورية العربية المتحدة** رغم أن اليابان لا تزرع القطن بينما تنتج الجمهورية العربية المتحدة أجود انواعه .

وتوجد فى بعض الدول العربية صناعات **المنسوجات الصوفية والحريرية** تقوم على أساس استيراد خيوط الغزل من الانواع الجيدة من الخارج وتصنيعها محليا ، غير أنه نظرا لوجود المساحات الكبيرة من المراعى يمكن الحصول على الصوف الخام بنوعية جيدة وبكميات وفيرة عن طريق الاهتمام بالثروة الحيوانية واجراء التجارب باقامة المراعى النموذجية .

ويوجد حاليا فى بعض البلاد العربية عدد من المصانع التى تقوم بانتاج المنسوجات من الخيوط الصناعية (مثل الريون ــ الفبران ــ النايلون) ويعتمد أغلبها على استيراد الخامات الاساسية اللازمة لها من الخارج مثل لب الخشب والكابرولكتم .

وتتوفر لدى البلاد العربية كثير من المواد الاولية اللازمة لصناعة الغزل والنسيج من القطن **والصوف والكتان** للخيوط الطبيعية **والغاز الصناعى والنفط للخيوط الصناعية . ومن الممكن للدول العربية أن تقيم مصانع كبيرة تغطى احياجاتها وتصدير كثير من فائض انتاجها .** ولمتابعة التقدم العلمى فى هذا المجال ، فانه من الممكن اقامة مراكز البحوث الصناعية اللازمة لصناعة الغزل والنسيج والتى تقوم بتقديم الخبرات اللازمة لتحسين الانتاج ودراسة امكانية استغلال خاماتها ومواردها الطبيعية التى تمكنها من الوقوف أمام المنافسات العالمية .

ويلاحظ المؤتمر **الفائض الكبير فى القطن الخام** المصدر من الدول العربية مما يدعو الى دراسة التوسع فى صناعة الغزل والنسيج على أن يكون هناك تنسيق بين الوحدات الصناعية التى تقام فى البلدان العربية على أساس التخصص وتوفر المواد الاولية اللازمة وأن تشكل مجموعة انتاجية متكاملة فيما بينها .

ونظرا للتطور السريع فى صناعة الخيوط واستيراد الدول العربية لكثير من أنواعها كالنايلون والفبران وخلافه يرى المؤتمر ضرورة العمل على اقامة المشروعات التى تحقق انتاج الخيوط الصناعية من البتروكيماويات حتى يمكن التمشى مع التطور وتوفير المواد الاولية اللازمة لصناعة المنسوجات من الخيوط الصناعية

كما يرى المؤتمر ضرورة تشجيع تبادل الخبرات والدراسات الفنية والاحصائيات الصناعية حتى يمكن الاستفادة من الخبرات العربية المتخصصة واقامة الصناعات بما يتفق مع الصناعات القائمة ، كما يرى ضرورة الاهتمام بتوفر قطع الغيار اللازمة لمعدات الغزل والنسيج والعمل على تصنيعها بالدول العربية توطئة للعمل على تصنيع المعدات والالات والاجهزة اللازمة لهذه الصناعة

يلاحظ المؤتمر مدى ما تحتاج اليه صناعة الغزل والنسيج من الخبرات الفنية المتخصصة فى استحداث أنواع جديدة من الخيوط والتصميمات اللازمة للمنسوجات والتى لا تتوفر الا **باقامة مركز لبحوث الغزل والنسيج بالمنطقة العربية** حتى يمكن توفير المعلومات والاستشارات الفنية للعاملين فى ميدان هذه الصناعة .

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية بالتوسع فى صناعة الغزل والنسيج فيها بما فى ذلك صناعة الملبوسات الجاهزة على أن تنسق عمليات التوسع بانشاء مصانع للغزل والنسيج على أساس التخصص المبنى على توفر المواد الخام ما أمكن ، واقامة الوحدات

الصناعية بحجم اقتصادى من حيث نوعية وكمية الانتاج . (١٨)

٢ - يوصى المؤتمر الدول العربية بالتوسع فى اقامة المراعى والعناية بالثروة الحيوانية التى تحقق انتاج أنواع جيدة من الصوف الخام . (١٩)

٣ - يوصى المؤتمر الدول العربية بالتوسع فى انتاج اللدائن والخيوط الصناعية من البتروكيماويات على أحدث الاسس نظرا للتطور السريع فى هذه الصناعة . (٢٠)

٤ - يوصى المؤتمر الدول العربية بالعمل على اقامة المعاهد الفنية اللازمة لتوفير المتخصصين لصناعة الغزل والنسيج . (٢١)

٥ - يوصى المؤتمر الدول العربية بتشجيع تبادل الدراسات والخبرات الفنية فى مجال صناعة الغزل والنسيج . (٢٢)

٦ - يوصى المؤتمر الدول العربية بالاهتمام بانتاج الآلات والمعدات والاجهزة وقطع الغيار اللازمة لصناعة الغزل والنسيج . (٢٣)

٧ - يوصى المؤتمر الامم المتحدة ووكالاتها المتخصصة العمل على المعاونة فى اقامة مركز لبحوث الغزل والنسيج بالدول العربية يعتمد عليه فى دراسة وسائل تحسين الانتاج وامكانيات استغلال المواد الاساسية لهذه الصناعة على اسس سليمة وتقديم الاستشارات الفنية للوحدات الصناعية الموجودة بالدول العربية بناء على طلبها . (٢٤)

رابعا : الصناعات الكيمياوية البتروكيماوية والأدوية :

اطلع المؤتمر على الدراسات المقدمة اليه والمتعلقة بالصناعات الكيماوية ولاحظ أن الجزء الأكبر منها ينصب على الكيمياويات المشتقة من **النفط والغاز الطبيعى** حيث أن هاتين المادتين تكونان صورة طبيعية أساسية للدول العربية المنتجة للنفط .

ولاحظ المؤتمر أن الدول العربية المنتجة للنفط قد أولت الغاز الطبيعى اهتماما كبيرا فى مشاريعها الصناعية خلال الآونة الأخيرة وكان من البديهى أن تكون حصيلة مجهوداتها **اقامة مصانع للأسمدة النيتروجينية** التى تشكل عنصرا هاما فى التنمية الزراعية ، والتى تحظى بزيادة مضطردة فى الطلب عليها نتيجة لارتفاع مستوى المعيشة وزيادة عدد السكان فى المنطقة .

وقد تبين للمؤتمر أن مراكز استهلاك الأسمدة الكيماوية آخذة الآن بالتحول من البلدان المتقدمة صناعيا الى البلاد النامية ، ففى سنة ١٩٥٠/١٩٥١ كان نصيب دول أوربا الغربية وأمريكا الشمالية واليابان حوالى ٧٠٪ من الانتاج العالمى للأسمدة النيتروجينية الا أن هذه النسبة انخفضت الى ٥٦٪ فى سنة ١٩٦٠/١٩٦١ وينتظر الا تتجاوز ٥٠ ٪ فى سنة ١٩٦٧/١٩٦٨ وقد ازداد الاستهلاك العالمى من هذه الأسمدة بنسبة ٢٤٫٥٪ خلال العشر سنوات المنتهية فى عام ١٩٦٠/١٩٦١ فى حين أن الزيادة كانت بمقدار ١٥٧٪ و ١٨٨٪ من أسمدة الفوسفات والبوتاس على التوالى فى الفترة نفسها .

وقد أولى المؤتمر اهتمامه بالصناعات البتروكيماوية وما يتفرع عنها **من صناعات البلاستيك** (كالاثيلين والبولى فينيل كلوريد والبوتادين والكاربولاكتوم وغيرها لانتاج المطاط الصناعى والألياف والاطارات ومواد التعبئة والتغليف وغيرها) . وقد أحيط المؤتمر علما بجهود بعض الدول العربية بخصوص انشاء مصانع لهذه المنتجات .

ويرى المؤتمر أن بالامكان **الاستفادة من مياه البحر المركزة** وكذلك الناتجة عن عملية تقطير المياه ، لاستخراج المواد الكيماوية . وفى هذا المجال لا يمكن للمؤتمر أن يغفل أهمية **صناعة البوتاس** التى تزمع الحكومة الأردنية استغلالها من موارد البحر الميت الضخمة (تبلغ كمية البوتاس المتوفرة **فى البحر الميت** حوالى ٢٠٠٠ مليون طن والاستهلاك الحالى العالمى بمعدل ١٠ طن سنويا) . وهذه المادة مكملة وأساسية لصناعة أسمدة النيتروجين والأسمدة المتكاملة .

وقد لاحظ المؤتمر بالنسبة **لصناعة المستحضرات الطبية** ان انتاجها يشكل نسبة قليلة فى الخطط الانمائية للبلاد العربية المختلفة ، بالرغم من توفر المواد الأولية اللازمة كالجلسرين والكحول والأحماض والقلويات ، وارتفاع معدل استهلاك الفرد منها بسبب تقدم الطب الوقائى والعلاجى وارتفاع مستوى الوعى الصحى مما يعطى فرصة لقيام صناعات أدوية فى المنطقة تعمل بتكلفة اقتصادية .

وقد **لاحظ المؤتمر قيام مصانع أدوية صغيرة** فى معظم البلدان العربية ومن الطبيعى أن **تكون تكاليفها عالية** . ولما كان قسم من المواد الأولية متوفر فى هذه البلدان بالاضافة الى السوق الأخذ فى النمو فيجدر التعاون فى سبيل توسيع وانشاء مصانع أدوية كبيرة تسد حاجة المنطقة وتعمل على أسس اقتصادية لتوفير الدواء الرخيص للمواطنين .

كما لاحظ المؤتمر بعد استعراضه لأوضاع **الصناعة الكيماوية والبتروكيماوية** فى الدول العربية انه من **المستحسن تنسيقها على أساس من التخصص المبنى على القواعد الاقتصادية** والامكانيات التسويقية والتفاضل النسبى ، وأن تأخذ الدول العربية بعين الاعتبار امكانية انتاج السماد المتكامل المكون من السماد النيتروجينى والفوسفات والبوتاس ، حيث تتوفر مادةالفوسفات والبوتاس فى كثير منها .

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية عند وضعها لبرامج التنمية أن تضع فى الحسبان تنسيق صناعة الأسمدة فيما بينها على أساس من التخصص المبنى على قواعد اقتصادية وامكانيات التسويق وتوفر المواد الأولية (٢٥)

٢ ــ يوصى المؤتمر أن تعمل الدول العربية القادرة على اقامة صناعة أسمدة كيماوية على أراضيها أن تنظر فى احتمال الاستفادة من مصدر النشادر فى الدول المنتجة للغاز الطبيعى بكميات كبيرة اذا ثبتت الجدوى الاقتصادى . (٢٦)

٣ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية أن تسعى الى مساعدة المملكة الأردنية الهاشمية فىاستخراج البوتاس من مياه البحر الميت والعمل على تمويل مثل هذا المشروع الضخم . (٢٧)

٤ ــ يوصى المؤتمر أن تدرسالدول العربيةالمهتمة بصناعة الأسمدة فى المنطقة انتاج وتسويق الأسمدة الكيماوية المتكاملة . (٢٨)

٥ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية أن تنسق مجهوداتها الصناعية بقصد تسهيل تبادل منتجات الكيماويات البترولية وغير البترولية والمنتجات النصف المصنعة والأدوية فيما بينها . (٢٩)

٦ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية أن تشجع على انشاء مصانع أدوية كبيرة عربية كلما أمكن ذلك فى المنطقة بقصد الاكتفاء الذاتى . وان تقوم الجامعة العربية بالتعاون مع منظمة الصحة العالمية باعداد تقرير واف يقدم للندوة الصناعية الدولية عام ١٩٦٧ عن أوضاع التصنيع الدوائى فى مختلف الدول العربية ووسائل تنمية هذه الصناعة وتكاملها وامكانية التصنيع والمساعدات الخارجية المأمونة التى يمكن أن يحصل عليها . (٣٠)

٧ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية أن تتعاون فيما بينها على تدريب المهندسين والفنيين فى المصانع الموجودة حاليا بما فى ذلك مراكز تصفية النفط . (٣١)

٨ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية بضرورة اجراء الدراسات والأبحاث والاحصائيات الصناعية اللازمة وتبادل المعلومات فيما بينها بالتعاون مع الهيئات الاقليمية والدولية وذلك بقصد تنسيق هذه المشاريع لصالحها . (٣٢)

٩ ــ يوصى المؤتمر الدول العربية الاستفادة من مواد الفوسفات والبوتاس والكبريت المستخرجة فى الدول العربية على أن تعطى الأفضلية عند استيراد الأسمدة الكيماوية لمنتجات سائر الدول العربية . (٣٣)

خامسا : الصناعات الصغيرة

يدرك المؤتمر أهمية الصناعات الصغيرة فى الدول العربية والعمل على تطوير أو بحث مجالات تنميتها فى فروع الصناعة المختلفة فى البلاد العربية، نظرا لضيق أسواق كثير منها والحاجة الى اقامة

صناعات حديثة تعتمد على الانتاج الآلى وتستوعب قدرا من اليد العاملة المتوافرة ، ويلحظ المؤتمر التباين الكبير فى تعريف تلك الصناعات الذى يختلف بين كل دولة وأخرى ، حيث تشتمل تلك الصناعات على الحرف اليدوية والصناعات المنزلية والتقليدية فى بعض البلدان العربية بينما تشتمل فى البعض الآخر منها الصناعات الحديثة ما يقوم انتاجه على نطاق صغير ضيق ، وان بعض الدول قد حدد الصناعات الصغيرة بالمنشآت الصناعية التى تستخدم الآلات فى انتاجها ولا تستخدم أكثر من عدد معين من العمال لا يتجاوز خمسين عاملا أو مائة عامل ، ويلحظ المؤتمر أن مركز التنمية الصناعية فى الأمم المتحدة قد أوصى بالتفريق بين الصناعات الحرفية والمنزلية وبين الصناعات الصغيرة بمدلولها السابق حتى يمكن معالجة مشاكل هذه الصناعات بما يتفق مع مقومات كل منها وأثرها على الاقتصاد القومى .

ويرى المؤتمر أن الصناعات الصغيرة غير التقليدية لها مشاكلها الخاصة فضلا عن المشاكل التى تعانى منها الصناعة بصفة عامة فى الدول العربية ، ويلحظ المؤتمر مختلف الجهود التى تبذل فى ملاءمة التكنولوجيا الحديثة للانتاج الصناعى على مستوى الصناعات الصغيرة وما يمكن أن تحتله تلك الصناعات فى عدد من فروع الصناعة المغذية للصناعات التى لا تقوم الا على الانتاج الكبير أو المتوسط ، والتى تساند الدعائم الرئيسية فى البنيان الصناعى المحلى فى انتاج قطع الغيار واجزاء المنتجات للصناعات التجميعية ، فضلا عن عدد من فروع الصناعات الاستهلاكية كصناعة الملابس والأحذية والأثاث وصناعات الاصلاح والصيانة وغيرها .

ويؤكد المؤتمر ضرورة وضع تعريف للصناعات الصغيرة المستحدثة — لما لذلك من أهمية عند وضع التشريعات وخدمات المعونة التى تلزم للنهوض بتلك الصناعات وتدعيمها أو تطويرها حتى تشارك فى النهوض بالتنمية الصناعية التى تقام على أساس من الانتاج الواسع والمتوسط .

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ — يوصى المؤتمر الدول العربية بالاتفاق على تعريف معين للصناعات الصغيرة بشكل يمكن معه التفريق بينها وبين الصناعات الكبيرة والصناعات المتوسطة والصناعات الحرفية والمنزلية على ضوء التعاريف الدولية المتبعة . (٣٤)

٢ — يوصى المؤتمر الدول العربية بتشجيع تبادل الاحصاءات الصناعية والخبرات الفنية المتعلقة بالصناعات الصغيرة الى جانب التشريعات والاجراءات المتخذة بشأنها من قبل كل من الدول العربية لتشجيع وتطوير الصناعات الصغيرة ورفع مستوى انتاجها . (٣٥)

٣ — يوصى المؤتمر الدول العربية بتقديم المساعدات المختلفة للصناعات الصغيرة بما فى ذلك : (٣٦)

(أ) اقامة مناطق صناعية لها وتوفير الخدمات والمرافق العامة اللازمة لها .

(ب) تسهيل منح القروض وتقديم التسهيلات الائتمانية المختلفة لها بشروط مناسبة

(جـ) تدريب العمال والفنيين المديرين والمحاسبين وفق أسس تلائم نوعية الصناعات الصغيرة .

(د) اسداء المشورة الفنية اللازمة لها ومساعدتها على تطبيق المواصفات الفنية وحفظ سجلات وقيود مالية منظمة .

(هـ) معاونتها على الحصول على المواد الأولية وعلى تسويق منتجاتها فى الأسواق الداخلية والخارجية .

٤ — يوصى المؤتمر الدول العربية الأخذ بعين الاعتبار وضع الصناعات الصغيرة عند اعداد برامج التصنيع والعمل على وضع قواعد وأسس للتنسيق والتكامل بينها وبين الصناعات الكبيرة والمتوسطة . (٣٧)

٥ — يوصى المؤتمر الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة بالعمل على معاونة الدول العربية فى وضع أسس وقواعد تطوير الصناعات الصغيرة ورفع انتاجها واعداد برامج التدريب الخاصة بها (٣٨)

مشاكل التصنيع

أولا : التخطيط الصناعى وتقييم برامجه ومشروعاته :

بعد أن استعرض المؤتمر موضوع التخطيط الصناعى وتقييم المشروعات والبرامج الصناعية قبل اقرارها وخلال مراحل تنفيذها تناول بالمناقشة أهمية وضع الأولويات ومعاييرها ومتطلبات التخطيط الصناعى والتخطيط الشامل من انواع الاحصاءات والبيانات والمعلومات الرقمية والنوعية ، وما يجب توافره منها بصفة دورية على المستوى المحلى والعربى وما يلزم توافره على الصعيد الدولى فى فروع الصناعة وعلى نطاق قطاع الصناعة بأكمله .

وبعد أن استعرض اجهزة التخطيط الصناعى والشامل وتعزيزها وأجهزة التنفيذ وتقويتها ومتابعة التنفيذ وتقييم نتائجه ، باعتبار التخطيط عملية مستمرة ، أكد المؤتمر على أهمية اتباع التخطيط الشامل كأساس ، لوضع السياسة الانمائية العامة واعداد البرامج الصناعية . واشار المؤتمر الى أهمية استخدام المعايير الموضوعية للمفاضلة بين المشاريع التى تتضمنها هذه البرامج وتحديد أولوياتها الزمنية والقيمية وتطرق الى الاعتبارات التى تستخدم لهذا الغرض ومنها الأربحية وطاقة المشروع على استيعاب الأيدى العاملة ومدى استخدامه للمواد الأولية المحلية ومساهمته فى زيادة الانتاج المحلى وزيادة القيمة المضافة بزيادة الصادرات المحلية الصناعية وغير ذلك . وتبين للمؤتمر أن الأهمية النسبية لكل من هذه الاعتبارات تعتمد على ظروف كل بلد واحتياجاته ومرحلة التنمية التى حققها ، كما انها ترتبط بالأهداف العامة المرسومة التى تسعى الخطة الى تحقيقها .

واستخلص المؤتمر أن التقييم السليم للمشاريع يجب أن يأخذ بعين الاعتبار الآثار المباشرة وغير المباشرة لكل مشروع ، وانه لكى يتسنى قياس هذه الآثار بصورة وافية لابد من اعتبار المشروع جزءا لا يتجزأ من برنامج متكامل .

وانه لما كان تحديد الأولويات ينبع من اعتبارات سابقة لتنفيذ المشروع فانه من الضرورى بمكان أن تقوم أجهزة التخطيط بمراجعة دراسة وتقييم المشروع لتعديله مع ما يتفق والظروف التى استجدت ولحصر المكنات بصورة واقعية وضمان مساهمة المواطنين مساهمة فعالة فى تنفيذ برامج التنمية الاقتصادية يلفت المؤتمر نظر الدول الأعضاء وغيرها من الدول النامية الى أهمية اشراك الأجهزة الخاصة والعامة المختلفة عند اعداد الخطط الانمائية .

وخلص المؤتمر الى النتائج التالية :

١ – ضرورة اتباع أسلوب التخطيط الشامل بمشتملاته من برامج التنمية الصناعية وغيرها .

٢ – ضرورة التنسيق بين برامج التنمية الصناعية فى الدول العربية .

٣ – انشاء وتدعيم الأجهزة الاحصائية لأهميتها فى التخطيط الموضوعى الشامل .

٤ – ضرورة ربط أجهزة التخطيط المحلية بأجهزة التنفيذ والمتابعة .

٥ – ضرورة استخدام المعايير الموضوعية لاختيار المشاريع وتحديد أولوياتها الزمنية والقيمية

وأقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ – يوصى المؤتمر الدول العربية بتكوين أو تعزيز تنظيم مؤسسى للتخطيط فى كل منها ، يشمل كيانا متخصصا فى وضع البرامج ودراسة المشروعات الصناعية ووضع أولويات زمنية لترتيب هذه المشروعات وتنفيذها . وأولويات قيمية لتلك المشروعات عند اختيار ما يصلح منها للتنفيذ . (٣٨)

٢ – يوصى المؤتمر بأن تنشر الأمم المتحدة احصائيات وتقوم بأجراء دراسات بصفة دورية ومستمرة عن كل ما يتعلق بأنواع المنتوجات الصناعية، استهلاكية كانت أم داخلة فى الانتاج الصناعى، أو سلعا انتاجية ومصادر الحصول على هذه

الأنواع من المواد وأسعارها وشروط التبادل التجارى المتعلق بها وتغيرات هذه الشروط ، وذلك لضرورة هذه البيانات للدول العربية لوضع خططها وبرامجها ومشروعاتها الصناعية . (٣٩)

ثانيا : التمويل الصناعى :

استعرض المؤتمر موضوع التمويل الصناعى فى الدول العربية والمدخرات المحلية ودورها فى التمويل ، وتطرق الى ضيق مجال الادخار المحلى فى كثير من الدول العربية والى مشكلة تعبئة المدخرات لأغراض التنمية الصناعية ، وأهمية توافر المدخرات وتزايدها لتوسيع الاستثمار وتنمية الدخل القومى والفردى ، مما يدعو الى التشجيع على الادخار وتهيئة المناخ الملائم للاستثمار وبناء الهيكل المؤسسى لتجميع المدخرات وتدفقها فى قنوات الاستثمار المستهدف ، كما استعرض مصادر التمويل الخارجية بما فى ذلك المؤسسات الدولية والاقليمية وبرامج المعونات من الأمم المتحدة والدول الصناعية والمؤسسات العربية لتمويل التنمية .

وأبرز العرض قصور التمويل الصناعى عن احتياجات المشاريع الصناعية والخلل الواضح فى توزيع ما يقدم من القروض بين رأس المال الثابت ومتطلبات التشغيل من القروض الصناعية ـ وأهمية اقامة أسواق مالية فى البلدان العربية لاجتذاب الأموال اليها وتقديم الضمانات بالنسبة للملكية وحق تحويل رؤوس الأموال والأرباح وتنظيم نشر المعلومات التمويلية عن المشاريع التى يتطلب الأمر تمويلها بمساهمات أو قروض من الجمهور وأهمية رفع مستوى الادارة المالية الفعالة للمشروعات الصناعية والتخطيط المالى لتلك المشاريع والرقابة المالية على وجه فعال ضمانا لحسن استخدام الموارد المالية النادرة .

كما تناولت دراسة المؤتمر دور رؤوس الأموال الأجنبية فى تمويل الصناعة العربية ومشاكل اجتذابها وكذلك مجالات التعاون بين الدول العربية لحل مشكلة التمويل وضرورة اخراج المؤسسة المالية العربية الى حيز الوجود ، وسبل التعاون بين مصارف التنمية فى مختلف البلاد العربية فى مجال تبادل المعلومات والخبرات الفنية وما الى ذلك ، وامكانية الافادة من خدمات المؤسسات الدولية ومواردها افادة أعم وأكبر .

وتعرض المؤتمر الى بحث المشاكل الناجمة عن القروض المقيدة ـ تلك المشاكل التى تواجه الدول العربية فى تنفيذ برامجها وما يترتب عنها من اعباء تحول دون تحقيق أهداف التنمية الصناعية على الوجه الأكمل ـ وخلص المؤتمر الى أنه لابد من ايجاد قواعد وأسس جديدة أكثر ملائمة لاحتياجات الدول العربية وذلك للتغلب على هذه العقبات ولتتمكن الدول العربية من الاسراع فى التنمية الصناعية وتضييق الفجوة القائمة بينها وبين الدول المتقدمة .

وقد أقر المؤتمر التوصيتين التاليتين :

١ ـ يوصى المؤتمر أن يساعد مركز التنمية الصناعية التابع للامم المتحدة بناء على طلب الدولة المختصة بتخصيص فريق من الفنيين من ذوى الكفاءة لمساعدة الدول العربية والدول النامية الأخرى فى فحص وتقييم المعدات والآلات للمشاريع الصناعية والتأكد من أن القيمة المطلوبة هى قيمة مناسبة (٤٠)

٢ ـ يوصى المؤتمر أن تناشد الأمم المتحدة الدول المصدرة للآلات لتعمل على مساعدة الدول العربية لتحسين شروط الدفع والفوائد لذلك النوع من الدين . (٤١)

ثالثا : القوى العاملة :

ناقش المؤتمر مشاكل القوى العاملة اللازمة للتنمية الصناعية وخلص الى ما يلى :

١ ـ ضرورة مسح اليد العاملة والقوة البشرية وتقدير ما يلزم منها لحاجات التنمية .

٢ ـ ضرورة تغيير النظرة الى العمل اليدوى عند العامل العربى .

٣ ـ أهمية الادارة وضرورة التدريب عليها

٤ ـ ضرورة الاهتمام بالعلوم والتفكير العلمى فى برامج التعليم بحيث تتفاعل برامج التدريب المهنى مع برامج التعليم النظرى .

٥ ـ رفع المهارة الفنية على مستوى المراقبين والعمال المهنيين .

٦ ـ انشاء أجهزة للتدريب المهنى والتدريب فى المصانع .

٧ ـ ضرورة الاستعانة بخبرات الدول العربية والأجهزة الدولية والبلاد المتقدمة صناعيا .

٨ ـ امكانية الاستعانة بالخبرات الأجنبية عند الافتقار اليها وتقديم التسهيلات لهذه الغاية .

واستعرض المؤتمر تجارب وخبرات الدول العربية فى ميدان التدريب الفنى والمهنى والخطوات التى اتخذتها للتغلب على المشاكل الناتجة عن النقص الذى تعانى منه فى ايجاد الاعداد الكافية من العمال المهرة والفنيين ، كما استعرض المؤتمر مجالات المساعدة التى تقدمها الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة فى هذا الميدان .

ولما كانت الموارد البشرية تعتبر الطاقة الخلاقة والثروة الحقيقية فى الدول ، ونظرا للدور الرئيسى الذى تقوم بهلانجاح عملية التنمية الاقتصادية رأى المؤتمر ضرورة وضع سياسة عامة تهدف الى تهيئة واعداد الاطارات البشرية وايجاد الأجهزة اللازمة لتدريب القوى العاملة على مختلف المستويات بغية رفع مستوى مهاراتها وزيادة كفائتها الانتاجية ولا سيما ما يتعلق منها بالادارة التى تعتبر عنصرا أساسيا لنجاح أى مشروع صناعى .

وقد شدد المؤتمر على ضرورة قيام الامم المتحدة ووكالاتها المتخصصة والدول المتقدمة صناعيا بتأسيس مراكز للتدريب ودعم القائم منها فى الدول العربية بصفة خاصة ومدها بالخبرات والتجهيزات اللازمة للتدريب والعناية بتدريب المستويات القيادية اللازمة للنهضة الصناعية فى هذه الدول .

ورأى المؤتمر ضرورة اعداد جيل من المدربين ليتولوا وضع مناهج وبرامج التدريب باللغة العربية وتدريسها فى المعاهد والمؤسسات فى الدول العربية . كما أنه دعى الى توحيد المصطلحات وأسس تصنيف القوى العاملة والمهارات الفنية فى الدول العربية .

وفى حين أن المؤتمر يؤيد الاستمرار فى استقدام الخبراء للقيام بأعمال فنية تخصصية فى الدول العربية الا أنه يرى ضرورة الاهتمام الكافى من قبل الدول العربية بتعيين نظراء لهؤلاء الخبراء للتمرس وتنمية مقدرتهم الفنية والعملية بحيث يتمكنون من تولى هذه المهام كاملة فيما بعد .

وكذلك بحث المؤتمر الدور الذى تلعبه الخدمات الصحية فى تهيئة جو ملائم للتنمية الصناعية وفى الحفاظ على الموارد البشرية وزيادة كفاءتها الانتاجية .

ورأى المؤتمر ضرورة اتخاذ الخطوات اللازمة لتأمين مستوى عال من مثل هذه الخدمات ضمن اطار برنامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بضرورة النظر الى شئون القوة العاملة نظرة متكاملة تهدف الى توفير امكانيات التدريب اللازمة لها وتحسين مهاراتها وتحقيق أكبر نفع من تشغيلها على أن يتولى تنسيق هذه الجهود والاشراف عليها جهاز مركزى تنشئه الدولة لهذا الغرض . (٤٢) .

٢ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بضرورة اجراء عمليات مسح عام لليد العاملة وذلك تحت اشراف الاجهزة المختصة فى الدولة تمهيدا لمعرفة ذلك الجزء من القوى العاملة الذى يمكن أن يشترك فى التنمية الصناعية بغية وضع الخطط والبرامج اللازمة للتدريب على أسس علمية . (٤٣) .

٣ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بأن تقوم بمعاونة بعضها البعض للتغلب على ما قد يعترضها من نقص القوى العاملة المتدربة أو نقص بعض الخبرات والتخصصات ، تلك التى تكون متوفرة فى دولة عربية أخرى كما يوصى بتبادل الخبراء والفنيين العرب وتبادل الخبرات والمعلومات فى مجالات التدريب المهنى والكفاية الكفاية الانتاجية (٤٤) .

٤ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بتركيز جهودها على تقوية ومساندة أجهزة ومعاهد التدريب فيها على كافة مستوياتها وذلك فيما بينها وبين الدول النامية الاخرى وخاصة فيما يتعلق بتبادل الطلاب والاساتذة . (٤٥) .

٥ – يوصى المؤتمر الدول العربية بالسعى لدى الامم المتحدة ووكالاتها المتخصصة والدول المتقدمة صناعيا لتأسيس مراكز للتدريب ودعم القائمة منها فى الدول العربية بشكل خاص والدول النامية بشكل عام ومدها بالخبرات والتجهيزات اللازمة للتدريب (٤٦) .

٦ – يوصى المؤتمر منظمة العمل الدولية بناءعلى طلب الدولة المختصة بأن تهيىء أكبر قدرمن الفرص اللازمةلتدريب الايدى العاملةالعربية وذلك لتهيئة الخبراء الفنيين والاجهزةالفنية المطلوبة للتدريب بالمستوى المعمول به فى الدول المتقدمةصناعيا وبارسال العمال العرب لاعدادهم وتدريبهم . (٤٧) .

٧ – يوصى المؤتمر الدول العربية والامم المتحدة ووكالاتها المتخصصة العناية بتدريب المستويات القيادية اللازمة للنهضةالصناعية وذلك فى النواحى التالية . (٤٨) .

(أ) تدريب المديرين فى مؤسسات الانتاج الصناعى .

(ب) تدريب الموظفين المسئولين فى الدولةعن وضع السياسة الصناعية والاشراف على تنفيذها ورقابة التقدم الصناعى .

(جـ) تدريب الخبراء فى التخطيط الصناعى والاعمال الاستشاريةوالبحوث الانتاجية والصناعية .

(د) اتاحة الفرصه لذوى الخبرة فى الفروع الصناعية للاطلاع على أحدث تقدم فى فروعهم والعمل على تطبيق ذلكالتقدم بما يلائم الاوضاع المحلية .

(هـ) الاستفادةالكاملة من الامكانيات التدريبية المتاحة لدى بعضها .

(و) العمل على عقد مؤتمرات دورية للتنمية الادارية فى الدول العربية لتدارس مشاكل الادارة الصناعية ووسائل النهوض بها .

٨ – يوصى المؤتمر الدول العربية باتخاذ التدابير التى تكفل مساهمة السلطات الصحية فى تخطيط وتنفيذبرامج التصنيع علىمختلف المستويات وايجاد البيئة الصحية التى من شأنها أن تؤمن الخدمات العلاجية والوقائية وظروف السكن والعمل الصحية وغيرها من المرافق العامة (٤٩)

٩ – يوصى المؤتمر الدول العربية ادخال خدمات الصحة المهنية ضمن اطار برنامج شامل للصحة العامة لتحقيق التكامل بين الخدمات الصحية الوقائية والعلاجية وتفادىالازدواج فى هذا الشأن . (٥٠)

١٠– يوصى المؤتمر الدولالعربية اصدارالتشريعات المتعلقة بالصحة والعمل فى مرحلة مبكرة من مراحل التنمية الصناعية بحيث تأخذ بعين الاعتبار الاحوال الاجتماعية والثقافية وبث التوعية الصحية بين أفراد المواطنين لتكبيفهم لنمط الحياة الصناعية الجديدة . (٥١) .

١١– يوصى المؤتمر الدول العربية بالعمل على أعداد الاطارات البشرية الفنية التى تعمل فى حقل الطبوالصحة العامة وتأسيس مراكز تدريب أقليمية لهذه الغاية . (٥٢) .

رابعا – الابحاث والتصميم وتوحيد المواصفات والمقاييس الصناعية :

ناقش المؤتمر موضوعات البحوث والتصميم وتوحيد المواصفات والمقاييس الصناعية وانتهىالى ما يلى : –

١ – أن التنمية الصناعية عملية ديناميكية متكاملة تتطلب فى كل من مراحلها دراسات وتخطيطا وتصميما على أسس علمية منسقة حتىيكون هنالك ازدهار تنعكس فوائده على جميع القطاعات الاقتصادية .

٢ – أولت الدول العربية كلاهتمامها لهذهالقواعد العلمية واعتبرتها أساسا متينا لا بد منه لتطوير القطاع الصناعى لديها .

٣ – يبدأ تطبيق هذه القواعد العلمية عند التثبت من المواد والثرواتالدفينة ثم تقييمهاوتحليلها لتحديد مواصفاتها وبالتالى تحديد المجالات التى يمكن الاستفادة فيها منها ، وجميع هذه المراحل تتطلب وجود مراكز للابحاث العلمية المدعمة بالآلات اللازمةوبالفنيينوالاخصائيين .

٤ – وبعد اتمام هذهالمرحلة ودراسة نتائجتحاليل مراكز الابحاث والمختبرات يأتىدورالدراسات

التسويقية والهندسية والاقتصادية للتثبت من مدى اقتصادية المشروع وجدواه . وبعد التثبت من الجدوى الاقتصادية للمشروع لا بد من اعداد الشروط الدولية حتى يكون هناك تنظيم متسع لترتيب التجهيزات والآلات ومختلف أقسام المنشأة وذلك وفقا للاسس الانتاجية الصناعية السليمة .

أما جودة الانتاج والمواصفات الفنية والتوحيد القياسى فهى أمور لا تقل أهمية عن المراحل الاولى المبينة أعلاه ، اذ عليها يتوقف نجاح المشروع واستمراره على أسس علمية صحيحة .

ان جودة الانتاج وتوفر المواصفات الفنية فيه عنصر أساسى للتسويق داخليا وخارجيا اذ أن المستهلك اينما كان حريص كل الحرص على الاستفادة من منجزات التكنولوجيات الصناعية مما يقضى بأن تكون هنالك مراكز علمية للمواصفات الفنية والمقاييس ومراقبتها على ضوء متطلبات الأسواق الداخلية والخارجية .

وقد اهتمت الدول العربية بمراكز المواصفات والمقاييس وهنالك موافقة مبدئية بين دول الجامعة العربية على مشروع اتفاقية لانشاء منظمة عربية للمواصفات والمقاييس .

ويشير المؤتمر الى أن أهم المشاكل التى تواجهها الدول العربية فى هذا المضمار ما يلى :

١ ـ ضرورة ايجاد مراكز للابحاث العالمية لتقييم المشاريع ووضع أسس وعناصر الدراسة الاقتصادية والصناعية .

٢ ـ ايجاد مراكز للمواصفات والمقاييس حتى يمكن توحيد الأسس والقواعد التى تؤمن تعريف الانتاج العربى فى الدول العربية وفى الأسواق الخارجية .

٣ ـ ايجاد تعاون لتوحيد أسس حماية الانتاج الفكرى حتى يكون هنالك تعاون علمى منسق بين جميع الدول العربية .

ويؤكد المؤتمر أن معالجة هذه المشاكل وغيرها ضرورة حيوية تمليها رغبة الدول العربية فى تحقيق تقدمها على أسس علمية مدروسة . والمؤتمر مقتنع بأن توفير امكانيات الأبحاث العلمية يفسح المجال أمام الدول العربية للتنقيب عن المواد الأولية والثروات الدفينة ثم تقييمها وتحليلها لتحديد مواصفاتها وبالتالى تحديد المجالات التى يمكن الاستفادة منها .

كما أن نشر الوعى بالتصميم الصناعى والتمرس به يمكن الدول العربية من الاستفادة من المواد الخام المحلية فى المنتجات العربية من جهة ومن جهة ثانية يؤمن رواج هذه المنتجات لدى المستهلكين على الصعيدين العربى والدولى .

وعلاوة على ذلك فان اتباع مواصفات ومقاييس ومعايير موحدة فى عمليات الانتاج وتعبئة السلع العربية يضمن اتساع منافذ التسويق أمامها ويعمل على ترويجها داخليا وخارجيا .

واستعرض المؤتمر نتائج وتوصيات مؤتمر بيروت الذى نظمه مركز التنمية الصناعية التابع للامم المتحدة المتعلقة بايجاد سبل جديدة لتوفير خدمات اضافية للدول النامية ، منها اصدار نشرات نصف سنوية تجمع ما توصلت اليه أهم الأبحاث الصناعية وتنظيم ندوة من الخبراء لوضع تقرير تسترشد به الدول النامية فى تعريف وتحديد الدور الذى تقوم به المؤسسات المعاونة للانتاج الصناعى . ويرى المؤتمر ضرورة العمل على تزويد الدول العربية بهذه المنشورات حين صدورها .

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بالعمل على زيادة وتدعيم التعاون بين مراكز البحوث بها وتنسيق تبادل المعلومات والاخصائيين فيما بينها ، كما يوصى المؤتمر الدول العربية بالاهتمام بالبحوث التطبيقية وذلك بقصد سرعة الافادة من رأس المال المستثمر فى اجراء البحوث الصناعية . (٥٣)

٢ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بتبنى تقرير ومقترحات الندوة الدولية لمعاهد البحوث والتنمية الصناعية للدول النامية الذى انعقد فى بيروت عام ١٩٦٤ ، وعلى وجه الخصوص ما يأتى :ـ

(١) أكدت الندوة أهمية الأبحاث الصناعية فى وضع السياسات والخطط وتنفيذ المشروعات .

(ب) أكدت الندوة أن الانفاق على البحوث مثله مثل الاستثمار فى الصناعة .

(جـ) تأكيد ضرورة تكييف البحوث المحلية على التكنولوجيا المستوردة فى أقرب فرصة ممكنة ، ودعم هذا التكييف لتحقيق الغاية منه وانجاز المزيد من الاعتماد الذاتى . (٥٤)

٣ ـ أن التصميمات التى تحصل عليها الدول النامية من الدول المتقدمة صناعيا غالبا ما تحتاج الى ادخال بعض التعديلات عليها بغية تبسيط أجزاء المنتجات المطلوب صنعها والمعدات اللازمة للمصانع وجعلها أكثر مناسبة لطرق الصناعة التى تلائم الدول النامية واقل تكلفة ، لذلك يوصى المؤتمر الدول العربية بضرورة تطوير البرامج الدراسية لزيادة الاهتمام بعلوم التصميم ، وذلك لاعداد جيل عالى التدريب والكفاءة فى أعمال التصميم (٥٥) .

٤ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بالاهتمام بالنواحى الخاصة بالتفتيش الهندسى على المعدات التى تستوردها من الخارج ، وتوحيد الاسس الخاصة بها ، والعمل على توفير أكبر قدر من التعاون فى هذا المجال بما يحقق الانتفاع بالخبرات المتوفرة فيها ، وضمان جودة المشتريات ومطابقتها للمواصفات الفنية . (٥٦) .

٥ ـ يوصى المؤتمر الامم المتحدة بمساعدة الدول العربية على انشاء ودعم أجهزة التصميم والهندسة الاستشارية وتصنيف هذه الأجهزة على أسس موحدة بين الدول العربية تتمشى والاسس المعتمدة دوليا وافساح المجال لهذه الاجهزة لاكتساب الخبرة عن طريق اشراكها فى دراسة المشروعات الصناعية والانشائية العربية وفى المراقبة الفنية على تنفيذها والعمل على توفير أكبر قدر من التعاون فيما بين هذه الاجهزة العربية فى هذا المجال . (٥٧) .

٦ ـ نظرا لاهمية وفوائد تطبيق أساليب التوحيد القياسى فى تقرير الجهود التى تبذل فى مجالات التنمية الصناعية ، والنهوض بجودة الانتاج الصناعى وخفض تكاليفه وخاصة فى المراحل الاولى للتنمية ، فان المؤتمر يوصى بما يلى . (٥٨) .

(أ) أن تعمل الدول العربية ، التى ليس بها جهاز للتوحيد القياسى على انشاء هيئة لاصدار وتحديد المواصفات والمعايير القياسية وطرق تطبيقها وتنظيم أعمال ضبط جودة الانتاج الصناعى .

(ب) أن تبادر الدول العربية الى انهاء التصديق على اتفاقية انشاء المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس ، وأن تساهم فى أعمالها عن طريق هيئاتها القومية المختصة بأعمال التوحيد القياسى ، وأن تسارع بالانضمام الى المنظمات الدولية لمواصفات والمقاييس تدعيما للكيان العربى فى هذا المجال الدولى الهام .

(جـ) أن تتعاون الامم المتحدة ووكالاتها المتخصصة مع المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس والدول العربية الموقعة لاتفاقيتها فى سبيل تزويدها بالخبراء والمنح والمعدات فى مجالات التوحيد القياسى ، وكذلك ما يلزم لانشاء مركز عربى أقليمى للقياس والمعايرة والاختبار .

(د) أن تولى الامم المتحدة مزيدا من المعاونة للدول العربية فى تطبيق أساليب التوحيد القياسى ، وأن تدرس امكان تمويل كل من المنظمة الدولية للتوحيد القياسى والمنظمة الدولية للكهرباء بجنيف ، وكذلك المنظمة الدولية للمعايرات والمقاييس القانونية والمنظمة الدولية للاوزان والمقاييس بباريس الى أجهزة متخصصة تابعة لها ، وتعزيزها ماديا وفنيا بما ييسر لها بذل مزيد من الجهد والعمل الايجابى فى سبيل النهوض والاقتصاد على النطاقين الاقليمى الاقليمى والدولى .

التعاون فى العالم العربى للنهوض ببرامج التنمية الصناعية

نوه المؤتمر باهتمام الجامعة العربية بشأن التعاون العربى فى وجوه النشاط الاقتصادى والاجتماعى والعمرانى . ممثلا فى عدد من الاتفاقيات التى وضعتها دول الجامعة بصورة جماعية أو ثنائية .

واتضحت أهمية التعاون الصناعى فى تشكيل لجنة للتنسيق الصناعى فى نطاق الجامعة العربية .

وجدير بالاشارة أن مختلف الدول العربية اتجهت فى السنوات الأخيرة نحو التنمية الصناعية بجهود حثيثة ، غير أن تلك الجهود تتطلب كثيرا من التنسيق والتعاون .

ونظرا لأهمية ذلك فى التعجيل والاسراع بمعدلات التنمية الصناعية فى الاقليم ومختلف دوله تتضح أهمية التعاون وتنسيق الجهود فى ندرة الموارد الفنية والمتخصصين من تلك الدول والى عدم اتساع كل منها على حدة للانتاج الصناعى على النطاق الكبير والاستفادة بميزاته .

وهناك حاجة ماسة الى تضافر الجهود المتفرقة فى أعمال التخطيط والتصميم والتنفيذ فى مجال البرامج الصناعية ومشروعاتها فى المنطقة .

كما أن هناك حاجة الى الافادة الكاملة بالموارد المحلية البشرية والمالية على نطاق متسع . وكذلك هناك حاجة ماسة الى تبادل الخبرات والمعلومات عن التنمية الصناعية الراهنة وبرامجها للتنسيق والمشورة بشأنها تدعيما للتعاون .

وتحتاج الدول العربية الى القيام بأبحاث مشتركة عن مشاكل الصناعة القائمة وامكانيات المستقبل سواء فى ذلك الدراسات والبحوث الفنية والاقتصادية والتمويلية الضرورية لتدعيم الصناعة وتخطيطها والى تضافر الجهود فى انشاء مراكز للبحوث فى تلك الناحية وقيام الموجود منها بخدمة الدول العربية على أساس البحث العلمى التطبيقى المرتبط بالمشاكل الانتاجية والتنظيمية والتسويقية للصناعة بفروعها الهامة .

وهناك تعدد فى المقترحات الخاصة بانشاء صناعات بعينها فى كثير من الدول العربية يمكن التنسيق فيما بينها عن طريق انشاء مشروعات مشتركة تتعاون أكثر من دولة فى اقامتها ، وتكون منطلقا للتنسيق والتعاون فى المجال الصناعى بصورة شاملة . ومن أمثلة هذه الصناعات المتماثلة صناعة الكيماويات الأساسية والبتروكيماوية والحديد والصلب وصناعات وسائل النقل وتصنيع الثروة السمكية وبعض المنتجات الغذائية .

وقد أحاط المؤتمر علما بالفوائد المتوخاة من التنسيق الصناعى بين الدول العربية . ومن جملة هذه الفوائد تحقيق التكامل الاقتصادى والتخصص فى الانتاج الصناعى وحشد الموارد العربية للانطلاق بمعدلات التنمية فضلا عن زيادة حجم التجارة بين الدول العربية وتدعيم قدرتها على ترويج صادراتها فى الأسواق العالمية .

وقد أدرك المؤتمر أهمية التنسيق الصناعى بين الدول العربية وضرورة التعاون فيما بينها فى هذا المجال مشيرا الى مدى الفائدة التى ستتحقق على الصعيدين العربى والدولى . كما أنه أشاد بالمساعى الحثيثة المبذولة لتحقيق هذا الهدف فى نطاق الجامعة العربية واطلع على الخطوات التى اتخذتها فى هذا الشأن دول المغرب العربى والدول الأعضاء فى مجلس الوحدة الاقتصادية .

كما تطرق المؤتمر لبحث أنجح السبل لتشجيع انتقال رؤوس الأموال العربية واجتذاب الراسمال الأجنبي لاستثمارها في المشاريع الانمائية وذلك للحد من المشكلة التمويلية التي تواجه بعض الدول العربية وتدعيم التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المنطقة العربية بأجمعها .

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية بانشاء مركز للتنمية الصناعية غايته دفع عجلة التصنيع في هذه الدول والعمل على تطويرها وتنسيق الجهود في هذا السبيل على أن يتولى هذا المركز المهام التالية :

بالأوضاع الصناعية في الدول العربية وتطويرها .
المتعلقة بالأوضاع الصناعية في الدول العربية وتطويرها .

(ب) اسداء المشورة وتقديم المعونة الفنية الى الدول العربية في حقل التنمية الصناعية والتخطيط لها ودعمها .

(جـ) تنسيق الجهود في حقل التنمية الصناعية في الدول العربية عن طريق تبادل المعلومات والخبرات وتوحيد تصانيف الصناعات والمصطلحات المتعلقة بها .

(د) وضع وتنسيق برامج للبحوث والدراسات والتدريب على أساس اقليمي عربي والمساعدة على تنفيذها .

٣ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية باقامة ندوات دورية محصورة للعاملين في صناعات معينة كل منها على حدة للتعرف على الخطط المنوى تنفيذها ولتبادل وجهات النظر فيها بغية تشجيع التنسيق والتعاون بين الدول العربية في مختلف الصناعات . (٦١)

٣ ـ يوصى المؤتمر الدول العربية دراسة امكانية انشاء مؤسسة عربية جماعية لضمان رؤوس الأموال العربية والأجنبية المستثمرة في المشاريع الانشائية . (٦٢)

كما يوصى المؤتمر الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة وخاصة مركز التنمية الصناعية والهيئات الاقليمية فيها بأن تتعاون مع الدول العربية وتساعد على انشاء وتشغيل المركز المشار اليه أعلاه مع الأخذ بين الاعتبار المراكز الاقليمية الأخرى القائمة حاليا أو التي ستقام في المستقبل في الدول العربية .

التعاون الدولى

ان أحد الأهداف الرئيسية لعقد المؤتمر العربى الصناعى والمؤتمرات الاقليمية المماثلة والندوات الصناعية الدولية هو تحقيق التعاون الدولى فى مختلف الميادين الصناعية ، والتعرف على الجهود الحالية التى تقوم بها الدول العربية والأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة والمؤسسات الدولية والاقليمية والدول الصناعية المتقدمة .

وفيما يلى المجالات المقترحة للتعاون على المستوى الدولى :

— الدراسات المبدئية الخاصة بالامكانيات الصناعية ومطالبها من انواع المعلومات الاقتصادية والمالية والأجهزة اللازمة لتحضيرها وتبادلها بصفة مستمرة .

— دراسات تصميم البرامج والمشروعات وتقييمها وتنفيذها . والحاجة الملحة الى المعونة الدولية فى تلك المراحل مع ربطها بمرحلة التمويل .

— المعونات فى تحقيق مطالب تنفيذ اتجاهات التنمية الصناعية من القوى العاملة المتخصصة وبمستويات المهارة المختلفة والحاجة الى تنسيق التدريب والتعليم للوفاء بتلك المطالبة ومتطلبات ذلك من المعونة الدولية سواء أكانت من الوكالات المتخصصة أو من الدول المتفوقة صناعيا مباشرة .

— معونات بشأن مراكز الأبحاث والدراسات الفنية والهندسية والاقتصادية والمالية وحاجة الدول الى تجميع الجهود فى انشائها وادارتها لخدمة الدول والمنطقة العربية معا ومتطلبات ذلك من المعونة الفنية والمالية من الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة ومن الدول المتقدمة صناعيا .

— حاجة الدول العربية الى التعاون فى انشاء أجهزة لتنفيذ المشروعات وأجهزة للتعاون فيما بينها وبين الدول المتقدمة بشأن الحصول على التصميمات وبراءات الاختراع والمعدات والآلات والخبرة الفنية وذلك بشروط متناسبة ومتناسقة ، وذور الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة فى المعاونة وتقديم مثل تلك الخدمات .

— يلاحظ عدم كفاية المساعدات الفنية والمالية التى تقدمها الأمم المتحدة الى الدول العربية بالنسبة لاحتياجاتها وضآلة هذه المساعدات بالنسبة لما تقدمه المنظمة الدولية للمناطق الأخرى من العالم فضلا عن أن الجهود المقدمة فى المجالات الصناعية محدودة بشكل ملحوظ بالاضافة الى أن جهود مختلف الوكالات المتخصصة على تواضعها ، جهود متنافرة ، ومشتتة وغير متناسقة .

— كما ويلاحظ أن هناك ازدواج فى أنواع المعونات فيما بين مختلف الوكالات المتخصصة مما يفقدها فعاليتها .

— وجدير بالملاحظة أنه على الصعيد العربى بأكمله ليس هناك فى الأمم المتحدة مركز موحد يقوم بمختلف الدراسات الاقتصادية والصناعية التى تتطلبها تنمية الاقليم وأن الجهود المتواضعة والمتناثرة التى يبذلها كل من المكتب الاقتصادى الاجتماعى للامم المتحدة فى بيروت والمكتب الاقليمى للجنة الاقتصادية الافريقية فى طنجة يلزم تدعيمها والربط بينهما توطئة لانشاء كيان متكامل داخل نطاق الأمم المتحدة وتحت اشرافها

للاضطلاع بمسئوليات الأبحاث والدراسات والمشورات والخبرات الصناعية والتى هى من متطلبات تنمية الدول العربية .

— هناك أهمية خاصة لتوسيع نطاق التبادل التجارى والفنى بين الدول العربية تدعيما للجهود المشتركة التى يرجى الوصول اليها فى التنمية الصناعية ليس فقط فى اتجاه اقامة بدائل الواردات الصناعية ولكن أيضا فى الاتجاه الضرورى لاقامة الصناعات التصديرية الأمر الذى يتطلب معونة الأمم المتحدة فى الدراسات المطلوبة لذلك وفى اقامة الأجهزة اللازمة لتوسيع نطاق التبادل التجارى فى المنتجات الصناعية المصدرة من جهة وفى المعاملات التجارية بين الدول العربية والدول المتقدمة صناعيا فيما يتعلق باستيراد المنطقة لمقومات التقدم الصناعى من المعدات والآلات والأدوات والخبرة الصناعية من جهة أخرى بالاضافة الى ما يستتبع ذلك من تنظيم التجارة فى السلع الصناعية وتيسير الحصول على المعلومات والبيانات بصفة مستمرة ودورية عن التجارة الدولية فى السلع الصناعية وأسعارها وفقا للتوصيات التى سبق اقرارها فى مؤتمر التنمية والتجارة الدولى .

ولاحظ المؤتمر أن نصيب المنطقة من المعونات الدولية لم يساير المعونات التى تحصل عليها المناطق الاخرى ولم يكن بالمستوى الكافى لينسجم مع متطلبات وأهداف الخطط التصنيعية والانمائية فى الدول العربية ، الأمر الذى يؤكد ضرورة تكوين تنظيم مؤسسى يرعى مصالحها على الصعيد الدولى .

كما دعى المؤتمر الدول الصناعية والأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة الى المشاركة فى انشاء الأجهزة اللازمة لتنفيذ المشروعات ومراكز التنمية الصناعية فى الدول العربية .

وقد أقر المؤتمر التوصيات التالية :

١ — يوصى المؤتمر الأمم المتحدة باتخاذ الخطوات اللازمة لتوسيع نشاط مكتبى طنجة وبيروت التابعين للامم المتحدة وتدعيمهما بالخبرات ، الفنية المختلفة وأن تدرس الأمم المتحدة امكانية انشاء لجنة اقليمية عربية لخدمة المنطقة ولسد النقص الكبير الموجود حاليا فى الدراسات والمعلومات والخبرة الفنية التى تعانى منها الدول العربية .

كما يوصى مكتبى طنجة وبيروت بتنسيق أعمالهما وجهودهما تحت رعاية هيئة الامم المتحدة — بالتعاون مع الأجهزة القائمة للجامعة العربية (٦٣) .

٢ — يوصى المؤتمر أن تساهم الأمم المتحدة الدول العربية فى المساعدة الفنية والاقتصادية لاستكمال المسوح الجيولوجية بها .

٣ — يوصى المؤتمر بأن تقوم دولة الكويت بمتابعة أعمال هذا المؤتمر حتى انعقاد المؤتمر الدولى القادم وذلك بالتعاون مع الدول العربية والجامعة العربية ومجلس الوحدة الاقتصادية العربية وهيئة الأمم المتحدة ، كما يوصى المؤتمر بأن تعين كل دولة ضابط ارتباط يقوم بالاتصال والمتابعة بين دولته والمعنيين فى دولة الكويت (٦٤) .

مقترحات بشأن الندوة الدولية للتنمية الصناعية

استعرض المؤتمر المواضيع المدرجة بجدول الأعمال المقترح للندوة الصناعية العالمية التى ستقام فى عام ١٩٦٧ كما استعرض رئيس وفد الأمم المتحدة ملخصا النقاط والنتائج التى توصلت اليها المؤتمرات الاقليمية للتنمية الصناعية التى عقدت فى مانيلا والقاهرة وهى :

١ ــ افساح المجال للدول النامية للتعرف على جهود وخبرات بعضها البعض فى ميدان التنمية الصناعية .

٢ ــ الاطلاع على المجهودات التى تبذلها الدول المتقدمة من أجل الاسراع فى معدلات التنمية الصناعية فى الدول النامية .

٣ ــ اعطاء الفرصة للدول النامية للالمام بمجالات المعونة التى تقدمها الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة الى الدول النامية .

٤ ــ ايجاد الفرصة المناسبة للدول النامية لتقديم اقتراحاتها بغية الرفع من مستوى المساعدات والتعاون الدوليين .

هذا بالاضافة الى ما أوجدته هذه المؤتمرات من جو ملائم لتنسيق سياسات التنمية الصناعية والقيام بدراسات مشتركة على الصعيد الاقليمى .

وقد أقر المؤتمر التوصية التالية :

يؤيد المؤتمر الجهود المشكورة التى تبذلها الأمم المتحدة فى سبيل عقد أول مؤتمر دولى للتنمية الصناعية ، ويوصى الدول العربية بالموافقة على المذكرة المقدمة من مركز التنمية الصناعية التابع للأمم المتحدة بشأن المواضيع المقترح أن يشملها جدول أعمال المؤتمر الدولى للتنمية الصناعية ، كما يوصى بالاهتمام بالمشاركة فى أعماله ، والعمل على التنسيق بين الدول العربية فيما يتعلق بالاعداد والتجهيز له وبالنشاط الذى تساهم به فيه لتحقيق لفائدة المرجوة منه للدول النامية (٦٥)

التطور الصناعى فى الجمهورية العربية المتحدة *

١ ــ نبذة تاريخية

ان الثورة التاريخية التى انطلقت عام ١٩٥٢ كانت بداية لحركة التحول العظيم فى جميع أوجه الحياة فى الجمهورية العربية . ولقد خاض هذه الثورة شعبنا المجاهد من أجل تحطيم الاستعمار والقضاء على الاقطاع والتحرر من التخلف الذى أثقل كاهلة لفترة طويلة من الزمن .

وصارت بلادنا ــ التى كان ينظر اليها المستعمرون كدولة زراعية يحصلون منها على مواردهم الاولية بأسعار رخيصة أو كسوق لتصريف منتجاتهم الباهظة الثمن ــ تصنع احتياجاتها بأيديها .

ولقد كان النشاط الصناعى قبل الثورة مقصورا على بعض الصناعات التى كانت تعتمد على استغلال المواد الأولية للزراعة وذلك فى الفترة ما بين الحرب العالمية الأولى والثانية . وكان هذا النشاط منحصر اساسا فى بعض أنوال النسيج والصناعات الغذائية .

وكان انتاج تلك الصناعات لا يكاد يكفى الاستهلاك المحلى وبذلك اعتمدنا كثيرا على الأسواق الأجنبية والتى امتصت منا جانبا كبيرا من العملة الاجنبية . وعلاوة على ذلك فلم يكتب النجاح لأى تخطيط أو المجهودات الصناعية الفردية التى كانت تنتهى بالفشل لظروف شخصية مقرضه .

وفى كثير من الحالات التى كانت المشروعات الصناعية لا تنفذ استنادا الى مبادىء اقتصادية سليمة مدروسة ، فمثلا نجد أن القطن المصرى الذى يعتبر من أجود أقطان العالم كان يستخدم فى تصنيع المنسوجات السميكة بدلا من المنسوجات الرفيعة، خلافا لما يجب أن يكون اقتصاديا .

ولم تكن تستعمل الوسائل العلمية السليمة كما لم تؤخذ فى الاعتبار المنتجات الفرعية ، وكان نتيجة ضحية لذلك رداءة جودة الانتاج مع ارتفاع تكلفته . وكان الشاغل الأكبر لأصحاب المصانع هو تحقيق ربح بأسرع ما يمكن وبذلك تحمل الشعب العبىء الكبير . كما كان الاستعمار موجها أساسا الى انتاج السلع الاستهلاكية مع تجاهل الصناعات الأساسية ولم تكن الصناعات الاستهلاكية قادرة على امتصاص العدد الكبير من العمال ، ونتج من ذلك انخفاض مستوى المعيشة وزيادة البطالة بين طبقة العمال الصناعيين الذين لم توجه اليهم أى عناية لتحسين مهارتهم وكفايتهم الانتاجية .

وفى ظل تلك الظروف كانت استثمارات الصناعة تمثل حوالى ١٢٪ من مجموع الاستهلاك فى عام ١٩٥٢ كما أن نسبة الدخل القومى الناشىء من قطاع الصناعة لم يتعدى فى تلك السنة نسبة ١٠٪

ولقد كان هذا الفطور العشوائى فى قطاع الصناعة جنبا الى جنب مع الزيادة المستقرة فى عدد السكان لاشك مؤديا الى مشاكل اقتصادية خطيرة بالاضافة الى الحجز المستمر فى الميزان التجارى الذى بلغ ذروته فى عام ١٩٥٢ ــ وكانت قيمة الواردات فى هذا العام ٧٨٠ مليون جنيه مصرى لا تتعدى قيمة الآلات والمواد الاولية منها ٧٪ وبتعبير آخر فان مصر كانت توجه مركزا اقتصاديا خطيرا الى أن جاء التحول العظيم الثورى فأعاد بناء البلد على أساس سليم ومكنها من ممارسة حريتها الكاملة .

٢ ــ (أ) فى تأسيس المجلس القومى للانتاج

لقد لاحظت الجمهورية العربية المتحدة منذ البداية ان العناصر البارزة الأساسية اللازمة لبناء الصناعة متوفرة لديها ــ ولذلك فانه تعين اقامة تلك

---

* تقرير مقدم من الجمهورية العربية المتحدة فى مؤتمر التنمية الصناعية للدول العربية المنعقد بالكويت من ١ ــ ١٠ مارس ١٩٦٦ .

الصناعة على أسس علمية سليمة تستعمل دراسة مدى توافر المواد الأولية والوقود والقوى المحركة والموارد الانسانية . ومن أجل ذلك تم انشاءالمجلس القومى للانتاج لخوض معركة التطور الاقتصادى وبانشاء ذلك المجلس وضعت دراسات تمهيدية وصدرت بعض التشريعات لتنشيط التطور الصناعة .

— أعفيت المواد الأولية اللازمة للصناعة من الرسوم الجمركية .

— أعيد تنظيم الضرائب غير المباشرة على السلع المصدرة .

— تم تحديد وتشجيع استثمار رؤوس الأموال الأجنبية فى مشروعات التطور الصناعى .

— أعطيت الأولوية لاستيراد العدد والالات اللازمة للصناعة .

— أعطيت الامتيازات للشركات للتنقيب عن البترول فى مناطق محلية من الجمهورية .

— حددت الاستثمارات فى مشروعات الابنية لتوجه الى التطور الصناعى .

— انشىء البنك الصناعى لتنشيط الصناعة بمنح السلف أو بمساهمته مساهمة مباشرة فى بعض المشروعات الصناعية .

وكانت نتيجة لهذه الخطوات أن بدأت الحركة الصناعية فى السير قدما الى الأمام .

ولقد راعت الحكومة فى هذه المرحلة أن توجه جهودها الى المشروعات التى لها أهمية استراتيجية والى الصناعات الاساسية التى لها أولوية واضحة فى تطور الصناعة .

وكانت الفكرة الأساسية هى انشاء أساس سليم يعتبر لبنة للصناعات الأخرى .

وعلى هذا الأساس فقد وجهت الحركة الصناعية الى المشروعات الخاصة بتوليد القوى الكهربائية وتكرير البترول وبناء الطرق وسبل المواصلات والبحث عن الثروات الدقيقة فى باطن الأرض لاستغلالها استغلالا ناجحا وانشاء صناعة الصلب والحديد وصناعة الأسمدة .

وكانت الظروف مواتية لتوليد الكهرباء من سد أسوان وقد بدىء بتنفيذ ذلك المشروع ونتيجة لذلك تم انشاء صناعة الأسمدة فى منطقة أسوان .

٢ — (ب) انشاء وزارة الصناعة

دعت الحاجة الى انشاء جهاز ليتحمل مسئوليات التطور الصناعى — وبناء على ذلك فلقد أنشئت وزارة الصناعة فى يوليو ١٩٥٦ بغرض وضع خطة واضحة المعالم للتصنيع والاشراف على تنفيذها ولقد بدات وزارة الصناعة فى ممارسة مهامها فى ظل من الحصار الاقتصادى الذى فرض على مصر بعد العدوان الفاشم واستعادة قنال السويس .

٣ — برنامج الصناعة الأول

(أ) — الدعامات الأساسية

عند وضع البرنامج الأول واجهت وزارة الصناعة السؤال الهام الذى يجب أن يؤخذ فى الحسبان فى كل دولة نامية — وفى كل مرحلة من مراحل بنائها الصناعى ، الا وهو « ما هو الاتجاه الذى يجب أن تسلكه الصناعة ؟ وما هى الصناعات التى يجب التركيز عليها سواء كانت صناعات ثقيلة أو صناعات استهلاكية ؟

ولقد وجد المجلس القومى للانتاج طريقة للاجابة باعطاء عناية خاصة للصناعات الأساسية ، ولكن وزارة الصناعة التى واجهت مشكلة الحصار الاقتصادى وجدت أنه لزاما عليها أن تعطى أهمية مماثلة لانتاج السلع الاستهلاكية وذلك لمقابلة احتياجات الجمهور وتوفير العملة الصعبة باحلال المنتجات الوطنية محل السلع المستوردة .

ولتحقيق التوازن بين هذين الغرضين — التركيز على الصناعات الأساسية والاستهلاكية — اتجهت الحكومة الى تحقيق الأهداف الآتية : —

١ — تحقيق اكتفاء ذاتى فى جميع السلع التى يمكن انتاجها محليا والتى كانت تستورد لأغراض الاستهلاك المحلى .

٢ — تشجيع الصناعات التى يمكن أن تنافس السلع المماثلة لها فى الأسواق الأجنبية . وبهذا المعنى فان هذه الصناعات ستستخدم كمصدر للحصول على عملات أجنبية .

٣ — انشاء الصناعات الأساسية التى هى دعامة التقدم الصناعى مع العناية بالصناعات التى لم يشملها التطور فى السنين الماضية ؟

ولتحقيق ذلك فقد سارت الخطة الصناعية الأولى فى اتجاهين فى وقت واحد .

الاتجاه الأول : هو العمل على التوسع الأفقى فى ميادين الانتاج المختلفة أى زيادة الوحدات الانتاجية وانشاء صناعات حديثة .

والاتجاه الثانى : هو التوسع الرأسى فى هذه الميادين بزيادة الانتاج من الوحدات الصناعية القائمة عن طريق رفع كفايتها الانتاجية وتدريب الأفراد فى جميع المستويات تدريبا مهنيا واداريا يزيد من صلاحيتهم للقيام بالأعمال الصناعية مع تحديد المواصفات القياسية للمنتجات كوسيلة أكيدة لرفع مستوى الانتاج وزيادته مع تخفيض تكاليفه .

وبصفة عامة ، أعطت الأفضلية للصناعات التى يمكن أن تنافس السلع المستوردة المماثلة منافسة فعالة والتى قد تساهم فى نفس الوقت بنصيب كبير من الدخل القومى .

ولرسم هذه الخطة على أساس سليم متوازن، كان من الضرورى أن يشمل البرنامج جميع قطاعات النشاط الصناعى . كما تضمن من البرنامج أيضا الاهتمام بتوافر الايدى العاملة المدربة حيث أنها من العوامل الاساسية اللازمة لنجاح التطور الصناعى .

ب ـ البرنامج

ان الفرض الذى كان يهدف اليه البرنامج الأول للتصنيع هو زيادة الدخل القومى من ٩٠٠ مليون جنيها مصريا الى بليون جنيه أى بزيادة ١٠٠ مليون جنيه . أو بعبارة أخرى فان البرنامج كان يهدف الى زيادة نسبة الدخل القومى الناتج من قطاع الصناعة من ١١٪ الى ١٩٪ ولتحقيق نسبة الزيادة هذه من قطاع الصناعة تطلب الأمر استثمارات جديدة قدرها ٣٠٠ مليون جنيه .

ولقد تضمنت الخطة التى اعتمدت فى نوفمبر ١٩٥٧ القطاعات الأربع الأساسية التالية والتى يشملها النشاط الصناعى :

الخطة الخمسية الأولى للصناعة

القطاع الصناعى	عدد المشروعات	التكاليف الكلية بالجنيهات المصرية
الصناعات الانتاجية	٤٥٦	٢٥٨ر١
الصناعات التعدينية	١٤	١٥ر٠
الصناعات البترولية	١٤	٥٥ر٧
مراكز التدريب	١٨	١ر٧
الجملة	٥٠٢	* ٣٣٠ر٥

ولقد أنشأت الهيئة العامة لتنفيذ برنامج السنوات الخمس للصناعة قبيل نهاية عام ١٩٥٧ القيام بتنفيذ المشروع الاول للتصنيع . وبالرغم من الحصار الاقتصادى الذى واجهته الدولة فى ذلك الوقت فان برنامج التصنيع قد نفذ فور اقراره فى نوفمبر ١٩٥٧ .

ولتمويل بند العملة الأجنبية الذى تضمنه ذلك البرنامج ، قامت الجمهورية العربية المتحدة بالحصول على سلفة من الاتحاد السوفيتى معادلة لـ ٦١ مليون جنيه مصرى ومن جمهورية المانيا الفيدرالية على ما يعادل ٤٥ مليون جنيه ومن اليابان على ما يعادل ١٢ر٥ مليون جنيه ومن جمهورية المانيا الديمقراطية على ما يعادل ٧ر٥ مليون جنيه .

وقد تمكنت وزارة الصناعة من الاسراع بتنفيذ برنامج التصنيع الأول فى خلال ثلاثة أعوام بدلا من خمسة . وقد أمكن خلال هذه الفترة من تشغيل ١٠٥ مشروعا تكاليفها الكلية تزيد عن ٨٣ مليون جنيه وبيانها كالآتى :

الصناعة	عدد المشروعات	التكاليف الكلية (مليون جنيه)
البترولية	٣	٩ر١٦٦
التعدينية	٩	ر٤١٦
الغذائية	٢٤	٢ر٤٧٨
الكيماوية	١٦	٨ر٩٢٩
الهندسية	٣٠	٤٣ر٢٨٧
المعدنية	١	ر٣٩٥
الغزل والنسيج	١٧	٢٧ر١٠٠
مراكز التدريب	٥	ر٢٩٤
الجملة	١٠٥	٨٣ر٤٦٥

* العملة الاجنبية المحتاج اليها حوالى ١٤٤ مليون جنيه استرلينى .

وكان من أهم هذه المشروعات :

المشروعات البترولية :

أبحاث الكشف ــ الأبحاث الجيوفيزيقية ــ البحث والتنقيب عن البترول ــ ناقلات البترول .

المشروعات التعدينية :

استغلال خام المنجنيز بمنطقة علبة ــ والفوسفات بسفاجا ــ والدولوميت فى عتاقة .

المشروعات الغذائية :

صناعة البسكويت والفطائر والخبز آليا ــ حفظ الفواكه والخضر ــ صناعة الجمبرى المجمد

المشروعات الكيماوية :

التوسع فى نترات الجير بالسويس ــ صناعة البويات ــ منتجات الخزف والصينى التوسع فى شركتين كيماويتين ــ صناعة البطاريات السائلة ــ مستحضرات التجميل انتاج الأسمنت البورتلاندى

المشروعات الهندسية :

صناعة سيارات اللورى والأوتوبيس « المرحلة الأولى » ــ صناعة المسامير والصواميل ــ صناعة عدادات القياس الكهربائى ــ اسطوانات البوتاجاز ــ الدراجات ــ الراديو والترانستور ــ عربات السكك الحديدية ــ التوسع فى مصانع الحديد والصلب ــ انتاج المحولات الكهربائية ــ تيل الفرامل ــ البطاريات الجافة ــ اليايات الورقية ومسامير الشيشة والابر ــ سيارات رمسيس ــ الجرامفون الكهربائى ــ الغسالات الكهربائية ــ أقلام الرصاص ــ قطع غيار الغزل والنسيج ــ الكابلات .

مشروعات الغزل والنسيج :

التوسع فى شركة مصر/حلوان ــ التوسع فى مصنع الجوت فى شبرا ــ التوسع فى مصانع شركة مصر للغزل والنسيج بالمحلة الكبرى ــ التوسع فى شركة مصر للغزل والنسيج بكفر الدوار ــ التوسع فى شركة مصر للحرير الصناعى ــ مصنع الجوت ببلبيس .

مراكز التدريب :

مركز تدريب المعادن بالاسكندرية ــ مركز تدريب المعادن بالدقى بالقاهرة ــ

مركز تدريب السيارات والمعادن بامبابة

مركز تدريب بناء ونجارة بالقاهرة

مركز تدريب ميكانيكا السيارات بالاسكندرية

فى يونية ١٩٦٠ تقرر رسم خطة شاملة للتطور الاقتصادى والتى تهدف الى مضاعفة الدخل القومى بعد عشر سنوات . ولقد قسمت هذه الخطة الى خطتين مدة كل منهما خمس سنوات . الأولى تبدأ فى ١٩٦٠/٧/١ والثانية تبدأ فى ١٩٦٥/٧/١ .

ولذلك فلقد تقرر أن يدمج فى الخطةالخمسية الأولى للصناعة ، والتى هى جزء من الخطة الشاملة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية ، الرصيد المتبقى من المشروعات التى يتضمنها البرنامج الأول والتى لم تبدأ فى الانتاج حتى ١٩٦٠/٦/٣٠ .

٤ ــ البرنامج الثانى للصناعة

مضت الدولة فى طريقها تعمل جاهدة فى سبيل تنمية الانتاج القومىورفع مستوى معيشة المواطنين ولتحقيق ذلك قررت اعداد خطة قومية شاملة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية هدفها الاساسى مضاعفة الدخل القومى خلال عشر سنوات وتوزيع هذا الدخل على المواطنين توزيعا يحقق عدالةتوزيع الثروة وعدالة توزيع الدخل .

ولما كانت الصناعة هى القادرة على الوفاءبأعظم الآمال فى التطور الاقتصادى والاجتماعى فقد أعد برنامج الصناعة الثانى فى نطاق هذه الخطة متضمنا استثمارات قيمتها الاجمالية ــ ر١٦٩٧ مليونجنيه مصرى منها ٤٣٤ مليون جنيه مخصصة الصناعة لتغطية الاستثمارات الفعلية فى مشروعات البرنامج الثانى للصناعة ولمقابلة الالتزامات المالية المتبقية من البرنامج الاول .

أ ــ الاعتبارات التى بنى عليها البرنامج

روعى فى وضع المشروعات أن تتكامل بمعنى أن لا تقتصر على نوع معين من الصناعات وانما تمتد وتتناول كل مجال فيها . كما روعى أيضا الا تستأثر منطقة باقامة المصانع الجديدة فوق أرضها . وانما تمتد هذه المصانع لتشمل كل المحافظات بحيث تتحقق فى النهاية عدالة فى التوزيع الاقليمىللمصانع ومن ثم يسود الرخاء ــ الذى يحدثه اقامة مصنع فى المنطقة ــ كل أنحاء الجمهورية .

وبجانب كل هذا روعى فى المشروعات الجديدة أن تحقق غزو الاسواق الخارجية بمنتجاتها تحقيقا لخطة التوسع فى التصدير مع تدعيم الصناعات

المنتجة لوسائل الانتاج واستغلال الطاقات المعطلة والفائض فى بعض المشروعات القائمة . كما أخذ فى الحسبان الاعتبارات الاستراتيجية .

وبجانب هذا فقد قرر رئيس الجمهورية العربية المتحدة فى يوليه ١٩٦١ النقاط الآتية والتى لها تاثير كبير على الصناعة :

— تحديد الحد الادنى للاجر اليومى ب ٢٥ قرشا
— اشتراك العمال مشاركة ايجابية فى عضوية مجالس الادارة .
— مساهمة العمال فى أرباح الانتاج بنسبة قدرها ٢٥ ٪ توزع كالآتى :
١٠ ٪ توزع بين العمال .
٥ ٪ تخصص للاسكان .
وال ١٠ ٪ تخصص للخدمات الاجتماعية .
— عدد ساعات العمل اليومية أصبحت ٧ ساعات أى بمعدل ٤٢ ساعة فى الاسبوع .

ب ـ البرنامج :

تضمن البرنامج الثانى للصناعة ٧٣٤ مشروعا تبلغ تكاليفها الكلية ٨٨٥ مليون جنيه مصرى ، ٦٢٢ مشروعا اضافيا تبلغ تكاليفها الكلية ٤٩ مليون جنيه مصرى . وخلال تنفيذ البرنامج أضيف ٨٤ مشروعا تبلغ تكاليفها الكلية ٩٩ مليون جنيه مصرى، وبذلك أصبحت التكاليف الكلية ١٠٣٣ مليون جنيه مصرى .

وقد قدر عدد العمال اللازمين لمشروعات هذا البرنامج بـ ٢٢٠ الف عامل . وعلاوة على ذلك فان تنفيذ هذه المشروعات الصناعية الجديدة سيؤدى الى رفع العمالة فى القطاعات الاخرى التى تخدم القطاع الصناعى كقطاعات النقل والتسويق . الخ .

وقد تم توزيع مشروعات البرنامج الثانى على فروع الصناعة كما يلى :

الصناعات التعدينية	٨٥	مشروعات	تكلف نحو	١٠٢	مليون	جنيه	مصرى
الصناعات البترولية	٢٢	«	«	٩٨	«	«	«
الصناعات البتروكيماوية	١	«	«	٥٥	«	«	«
الصناعات الكيماوية	٨٠	«	«	١٨٦	«	«	«
مشروعات مواد البناء	٥	«	«	٢	«	«	«
الصناعات المعدنية	٢٧	«	«	١٠٦	«	«	«
الصناعات الهندسية	١١٥	«	«	١٢٩	«	«	«
الصناعات الغذائية	١١٥	«	«	١٠١	«	«	«
صناعات النسيج	٧٠	«	«	٩٠	«	«	«
مراكز تدريب	٤٠	«	«	٧	«	«	«
الصناعات الريفية والحرفية	١٧٧	«	«	٨	«	«	«

والبيان المذكور عاليه يوضح المركز فى ٣١/١٢/ ١٩٦٤ .

الموضوعات	عدد المشروعات	التكاليف الكلية بالمليون جنيه مصرى
(أ) المشروعات التى بدأت فعلا فى الانتاج خلال المدة من ١/٧/٦٠ – ٣١/١٢/٦٤	٣٨١	٢٩٤ر٢١٦
(ب) المشروعات التى أجريت عليها التجارب	١٧	٤٤ر٥٩٦
(جـ) المشروعات التى وصلت معداتها وتم تركيبها	٤٦	٦١ر٦٩٠
(د) المشروعات التى يجرى استلامها وتركيبها (تحت التوريد والتركيب)	١٤	١ر٥١٥
(هـ) المشروعات التى استكمل انشاؤها والتى يجرى استلام معداتها	١١	١٠ر٧٩٢

(و) المشروعات التى يجرى انشاؤها والتى تحت التوريد والتركيب	٣٠	٧١ر٨٢٢
(ز) المشروعات التى استكمل انشاؤها والتى يجرى صنع معداتها	٢٨	٥٨ر٨٥٥
(س) المشروعات التى تحت الانشاء	١٤	٢٨ر٨٥٨
(ع) المشروعات التى اختيرت مواقعها والتى معداتها تحت الصنع ولكن لم يتم انشاؤها بعد	٧	٦ر١٩٧
(غ) مشروعات تم اختيار مواقعها ولكن لم يتم بعد توريد معداتها أو انشاؤها .	٨	٦ر٤٦٩
(ق) المشروعات التى تم توقيع عقود توريد	٢٥	١٠٥ر٤٥٨
(ك) مشروعات تحت الدراسة وفى انتظار اخذ القرار النهائى	٢٩	٦٦ر٢٧١
(ل) المشروعات التى تم توقيع عقودها لدراسات تفصيلية	٥	١٣ر١١٣
(ن) مشروعات ما زالت تحت الدراسة	٧٦	٧٧ر١٠٩
(ى) مشروعات خاصة بالبحوث البترولية والتعدينية .	٤٣	٣٧ر٤٧٥
الاجمالى	٧٣٤	٨٨٤ر٤٣٦

ولاعطاء صورة من مركز المشروعات الاصلية والفرعية والاضافية فى ١٩٦٤/١٢/٣١ من المهم أن نذكر الآتى :

١ — ٨٢٧ مشروعا تم تنفيذها تكلفتها الكلية ٣٦٧ مليون جنيه مصرى . منها ٧٨٦ مشروعا بدأ فعلا فى الانتاج والتى تقدر تكلفتها بـ ٣٢٢ مليون جنيه مصرى ، ٤١ مشروعا تم اجراء التجارب عليها والتى تقدر تكلفتها بـ ٤٥ مليون جنيه مصرى .

٢ — ٥٨ مشروعا تم توريد معداتها ويجرى تركيبها تقدر تكلفتها الكلية بـ ٦٢ر٢ مليون جنيه مصرى .

٣ — ٤٦ مشروعا فى البحوث التعدينية والبترولية تقدر تكلفتها بـ ٣٨ مليون جنيه مصرى من البيان المذكور أعلاه يتضح أن عدد المشروعات المذكورة هى حوالى ٩٣١ مشروعا أى بنسبة ٦٥ ٪ من المجموع الكلى للمشروعات والتى تقدر تكلفتها الكلية بـ ٤٦٧ مليون جنيه أى حوالى ٤٥ ٪ من التكاليف الكلية .

أما بالنسبة للمشروعات الاخرى فهى فى سبيل اتمام تنفيذها وتحقيقها .

وكنتيجة للتطور الذى وصلت اليه الجمهورية العربية فى ميدان التصنيع ، فان قيمة الانتاج الصناعى قد زاد فى عام ١٩٦٤ عن الثلاثة أمثال عما كان عليه فى عام ١٩٥٢ أى أنه ارتفع من ٣١٣ر٩ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٥٢ الى ١٠٤٦ مليون جنيه فى عام ١٩٦٤ .

وكانت ملامح التطور فى مختلف الصناعات على الوجه الآتى :

الصناعات البترولية :

كان قطاع البترول حتى عام ١٩٥٢ وقفا على رأس المال الاجنبى ولم يكن يخص المصريين سوى ٢ر٧ مليون جنيه من اجمالى رأس المال المستثمر الذى بلغ ١٣ر٣ مليون جنيه .

ومع فجر الثالث والعشرين من يوليه ١٩٥٢ بدأ الاهتمام بتشجيع رأس المال الوطنى العامل فى ميدان البترول .

أصبح رأس المال المستثمر فى صناعة البترول ـر١٢٠ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٦٤ كما قفز عدد الحقول المنتجة للبترول من ٤ فى عام ١٩٥٢ الى ١٧ فى عام ١٩٦٤ . كما أن انتاج البترول الخام قد ارتفع من ٢ر٣ مليون طن فى عام ١٩٥٢ الى ٦ر٥ مليون طن فى عام ١٩٦٤ كما يتوقع زيادته الى ٢٠ مليون طن فى السنوات القليلة المقبلة .

— عدد العمال المشتغلين فى صناعة البترول هذه ارتفع من ١٢١٦٠ عامل أجورهم الاجمالية ٣ر٥ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٥٢ الى ٢٥٠٠٠ عامل أجورهم الاجمالية حوالى ١٥ مليون جنيه مصرى . كما ارتفع متوسط أجر العامل من ٤٣٨ جنيه مصرى فى السنة عام ١٩٥٢ الى حوالى ٦٠٠ جنيه مصرى فى السنة عام ١٩٦٤ .

هذا وقد ارتفع الدخل القومى الناتج من صناعة البترول من ٢ر٣١ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٥٢ الى حوالى ٦٠ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٦٤ .

ويوضح الجدول الآتى الزيادة فى منتجات البترول الرئيسية فى عام ١٩٥٢ .

الصنف	١٩٥٢	١٩٦٤
زيت البترول الخام	٣ر٢ مليون طن	٥ر٦ مليون طن
بوتاجاز	ـر٣٧٠٠ طن	ـر٤٤٤١١ طن
بنزين كيروسين	ـر١٩٠٤٠٠ طن	ـر٧٥٣٥٠٥٠ طن
كيروسين	ـر٢١٨٠٠٠ طن	ـر٩٠٧٠٠٠ طن
مازوت	ـر١ مليون طن	٨ر٣ مليون طن

الصناعات التعدينية :

تعتمد الدول فى بناء اقتصادها اعتمادا كبيرا على الثروات المعدنية المدفونة فى أراضيها لتمدها بالخامات التى تحتاج اليها فى اقامة خاماتها للافادة على ماتصدره منها الى غيرها من الدول التى تفتقر اليها .

وفى بلادنا كان الرقم المدرج للصناعة التعدينية فى ميزانية ما قبل الثروة لا يتجاوز عشرون ألفا جنيها مصريا . وهو مبلغ لا يكاد يفى لمسح واستكشاف منطقة مساحتها ٥٠٠ كيلو متر مربع فى العام . ومن هنا كان من الضرورى تطوير هذه الصناعة الرئيسية الهامة حتى لتقتصر على مجرد خدوش فوق سطح أراضيها الواسعة الممتدة .

ونتيجة لعناية الدولة فى الشئون التعدينية :

— ارتفعت الاعتمادات المالية المخصصة للتعدين من ٢٠٠٠٠ر جنيه مصرى فى عام ١٩٥٢ الى نحو ٩ مليون جنيه فى ميزانية عام ١٩٦٤/ ١٩٦٥ .

— زاد عدد الفنيين من ٣٣ فنيا فى عام ١٩٥٢ الى نحو ٤٠٠ فنى فى عام ١٩٦٤ .

— قفز عدد البعثات الجيولوجية والاستكشافية الى ٨٠ بعثة بعد أن كان عددها خمسة فقط فى عام ١٩٥٢ .

وكان أن لازدياد نشاط البعثات الجيولوجية فى البحث عن المعادن وجمع المعلومات عنها وتحليلها وكذلك اهتمام الشركات العاملة فى قطاع التعدين المحلى بالبحث والتنقيب عن الخامات فى مناطق جديدة أثر واضح فى توفير عدد من الخامات الاساسية اللازمة لصناعات مختلفة. مثال ذلك :

توفير خام الفوسفات لصناعة سماد السوبر فوسفات وخام الحديد لصناعة الحديد والصلب والرمال البيضاء لصناعة الزجاج والاحجار الجيرية لصناعة الاسمنت والحديد والصلب والاسمدة والدولوميت لتبطين أفران الصناعات المختلفة والكاولين لانتاج الفخار والخزف والصينى ولصناعة الورق والتلك لصناعة المبيدات الحشرية والادوية والورق والجرانيت والرخام وأحجار الزينة للمنشآت العمرانية وصناعة الموزيكو والجبس للاغراض الزراعية والنباتية وصناعة الاسمنت .

ويمكن تقسيم مشروعات التعدين التى تضمنها البرنامج الثانى الى قسمين رئيسيين :

١ — استغلال خامات المناجم وأهمها مشروعات استغلال خامات النحاس والفحم والتوسع فى انتاج الحديد الخام والفوسفات .

٢ — البحث عن الخامات المعدنية أهمها مشروعات لابحاث خامات الحديد للواحات البحرية والنحاس فى صحراء سينا وبالقرب من اسوان والفحم فى أبو رواش والخطاطبة والمغارة ومواقع أخرى بالصحراء الغربية وكذلك الالومنيوم والفوسفات وغيرها من الخامات فى مواقع جديدة .

كذلك اشتمل البرنامج الثانى للصناعة على مشروع الفرومانجنيز التى تحتاج اليها صناعة الحديد والصلب . وقد أدى العناية بالشئون

التعدينية الى العثور على كميات كبيرة من الخامات الهامة مثل خام حديد الواحات البحرية والصحراء الشرقية وكذلك الفحم فى شبه جزيرة سيناء والالمنيوم والنحاس والرصاص بالصحراء الشرقية وغيرها وقد بلغت قيمة انتاج الصناعات التعدينية فى عام ١٩٦٤ الى ٨ر٢ مليون جنيه بعد أن كانت ٦ر٢ مليون جنيه فى عام ١٩٥٢ .

الصناعات الكيماوية والدوائية :

كانت أغلب الصناعات القائمة فى مصر قبل الثورة تتكون من وحدات انتاجية صغيرة يختص معظمها بانتاج السلع الاستهلاكية فيما عدا بعض مصانع الصابون والاسمنت والاسمدة الفوسفاتية والنتروجينية ونتيجة لذلك كانت البلاد تلجأ الى الاستيراد لاستكمال احتياجاتها من الكيماويات والمنتجات الكيماوية وبلغت النسبة المئوية قيمة الواردات من الكيماويات والمنتجات الكيماوية (٣٣ مليون جنيه مصرى) ١٤٫ ٪ من قيمة الواردات الكلية البلاد فى المتوسط خلال الفترة ١٩٥٠ ـ ١٩٥٢ ـ وكان حوالى ٥ر٣٨ ٪ من قيمة الواردات من الكيماويات والمنتجات الكيماوية خلال هذه الفترة ينفق فى استيراد الاسمدة الكيماوية نحو ٥ر٤٨ ٪ يستخدم فى استيراد المنتجات اللازمة للاستهلاك المباشر وأهمها الورق والادوية ومواد التجميل والزجاج والصينى والحراريات وحوالى ٦ ٪ يصرف فى استيراد المواد اللازمة للصباغة والتجهيز الاقمشة ودبغ الجلود ، ونحو ٦ ٪ أخرى تنفق على استيراد مواد كيماوية أساسية .

وفى مجال الكيماويات الاساسية ، حدثت زيادة كبيرة فى انتاج حامض الكبريتيك والنيتريك من عام ١٩٥٢ الى عام ١٩٦٤ ، كما حدثت نفس الزيادة فى الصودا الكاوية الكلورد كما هو واضح من الجدول التالى :

الصنف	الوحدة	١٩٥٢	١٩٦٤
حامض الكبريتيك ١٠٠ ٪	طن	٥١٠٠٠	١٧٠٠٠٠
حامض النيتريك ١٠٠ ٪	»	٧٧٠٠٠	٣٤٢٠٠٠
الصودا الكاوية	»	٢٠٠٠	١٦٣٠٠
غاز الكلور	»	١٦٠٠	١٤٠٠٠
امونيا	»	٢٠٨٠٠	١٨٥٠٠٠

وعلاوة على ذلك لقد تقرر انتاج ٠٠٠ر١٠٠ طن سنويا من الصودا الكاوية كميات أكثر من الصودا الكاوية عن طريق Constification الصودا وكربيد الكالسيوم وفيروسيلكون وفيرومالد هيد والفينول والفيرومالد هيد حامض الكلورسالفونيك وعناصر كيماوية أخرى .

وفى مجال الاسمدة الفوسفاتية والآزوتية ، حدث تطور كبير . فقبل الثورة لم يكن يوجد بالبلاد سوى مصنع واحد لانتاج الاسمدة الآزوتية بالسويس وكانت قدرته الانتاجية الفعلية حوالى ١١٠ ألف طن فى السنة من نترات الكالسيوم ، وقد زاد انتاجه بعد عام ١٩٥٢ الى ٢٧٠ ألف طن فى السنة ، كما أنشئت شركة أخرى كبيرة فى أسوان والتى اشتغلت بالطاقة الكهربية المولدة من الخزان القديم لتنتج حوالى ٧٠٠ الف طن فى السنة من نترات النشادر الجيرى . Calcium Nitrate بالاضافة الى ١٣٥٠٠٠ طن فى السنة من سلفات النشادر كانت تنتج سنويا فى السويس وبعد تنفيذ جميع المشروعات المتضمنة فى الخطة سيرتفع انتاج الاسمدة الآزوتية الى حوالى ٤/١ ٢ مليون طن فى السنة وهى الكمية المحتاجة لاستهلاك الجمهورية .

أما بالنسبة للاسمدة الفوسفاتية ، فلم يكن يتعدى الانتاج قبل الثورة ١٠٦٠٠٠ طن سنويا وسيرتفع هذا الرقم الى حوالى ٦١٦٠٠٠ طن فى السنة بعد تنفيذ المشروعات المدرجة فى الخطة وهو رقم يكفى للاحتياجات المحلية .

وفى مجال الصناعات المختلفة من الورق كان الانتاج فى عام ١٩٥٢ حوالى ٢٤٠٠٠ طن فى السنة الرقم الذى كان لايكفى لسد الاحتياجات المحلية وكانت تنتظر الدولة الى الاستيراد من الخارج حوالى ٦٥٠٠٠ طن سنويا فى الفترة من عام ١٩٥٠

الى عام ١٩٥٢ تقدر قيمتها بحوالى ٦ مليون جنيه مصرى .

وقد عملت الخطة على رفع الانتاج من الانواع المختلفة من الورق الى حوالى ٦٤٦ ألف طن فى السنة . وكانت مصانع الورق المحلية تعتمد أساسا على ورق الدشت كخامة رئيسية ولم تتجه هذه المصانع الى انتاج أنواع جديدة من الورق لسد حاجة البلاد كما أنها لم تستفد من التطورات الحديثة التى طرأت على هذه الصناعة والتى جعلت فى الامكان انتاج أنواع كثيرة من الورق مثل ورق الكتان والطباعة من مخلفات زراعية كالقش ومصاص القصب وبعض النباتات مثل البوص والغاب والبردى (*)

وفى قطاع صناعة الكوك تضمنت الخطة الاولى توسيع مصنع الكوك بمضاعفة انتاجه لمواجهة احتياجات التوسع فى صناعة الحديد والصلب وقد بدات بطارية الكوك الاولى فى الانتاج فى سنة ١٩٦٤ بطاقة قدرها ٣٣٠٫٠٠٠ طن سنويا — كذلك اشتملت الخطة اقامة وحدة لتقطير القطران الناتج من التقطير الائتلافى للفحم الحجرى وللاستفادة من المقطرات المختلفة الناتجة مثل النفتالين والفينول والكريزول الانثراسين فى صناعة الادوية .

وبالنسبة لمنتجات الكاوتشوك فلم تكن صناعة اطارات المطاط قائمة بالبلاد قبل الثورة بل كانت هناك صناعات مطاطة مختلفة غير الاطارات بلغ المنتج منها فى عام ١٩٥٢ حوالى ٧٠٠ طن وتضاعف هذا الرقم تدريجيا نتيجة للمشروعات التى تمت اقامتها حتى وصل الانتاج الى ٧٥٠٠ طن عام ١٩٦٤ . كما تقدمت صناعة اطارات المطاط فى البلاد بدرجة كبيرة فبلغت جملة المبيعات السنوية من الاطارات والانابيب الداخلية حوالى ٤٫٥ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٦٤ . وقد تضمنت الخطة مشروعات لانتاج مواد الصباغة والمواد الوسيطة وهى تحت التنفيذ .

وفى مجال صناعة الادوية التى تعتبر من السلع الاساسية الواجب توافرها فى الاسواق ، فلم تكن تعتمد البلاد قبل الثورة الا على ما تستورده من الادوية لتغطية احتياجاتها . وحتى عام ١٩٥٢ كان الانتاج المحلى من الادوية لا يتعدى بعض المستحضرات الصيدلية البسيطة والادوية الدستورية ولم يتجاوز قيمة الانتاج المحلى فى تلك السنة ٧٠٠ الف جنيه. بينما بلغت قيمة الاستهلاك المحلى من الادوية فى تلك السنة حوالى ٥٫٥ مليون جنيه مصرى .

وقد بدات عملية تطوير صناعة الادوية فى مصر من ذلك الحين ووضعت أسس ثابتة تقوم عليها تلك الصناعة وبدأ فى انتاج مركبات السلفا ومركبات حوامض الساليسيك والبنسلين ومشتقاته والستربتوميسين ومشتقاته والكلورا مفينيكول والفيتامينات .

وقد تم لغرض انتاج المستحضرات الصيدلية العالمية اقامة مصانع برأس مال مشترك لصناعة منتجات شركة فايزر وشركة هوكست وشركة سيبا وساندروز ووندر محليا .

وفى مجال المستلزمات الطبية كانت البلاد تعتمد اعتمادا كليا على الاستيراد فى الحصول على احتياجاتها من تلك المستلزمات فيما عدا القطن المصرى . ونظرا لاهمية هذه المستلزمات فقد تضمنت خطة التنمية اقامة مصانع لانتاج الخيوط الجراحية والاربطة والشاش الطبى مع زيادة الانتاج من القطن المصرى وانتاج الاشرطة واللزقات الطبية والحقن والآلات الجراحية .

وفى مجال صناعة العطور ومستحضرات التجميل فقد كانت تعتمد هذه الصناعة اعتمادا كليا على الاستيراد من الخارج وقد بلغت قيمة المستورد منها فى عام ١٩٥٢ حوالى ١٣٦٠٠٠ جنيه مصرى . وقد هبطت قيمة الواردات الى قيمة أقل ١٠٠٠ جنيه فى عام ١٩٦٤ . وبلغ قيمة الانتاج المحلى من الماركات العالمية الى ما قيمته حوالى ٢ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٦٤ .

وفى مجال صناعة مواد البناء والحراريات والزجاج ، ارتفعت قيمة تلك المنتجات من حوالى ٩ مليون جنيه فى عام ١٩٥٢ الى ما يزيد على ٢٧ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٦٤ . كما ظهرت أنواع جديدة من المنتجات كانت البلاد تعتمد على استيرادها كلية من الخارج مثل الادوات المنزلية والصحية من الخزف والصينى والعوازل الكهربائية والبلاط السيراميك وانواع الاسمنت الابيض والملون والحريرى وانواع الزجاج المسطح المنقوش (الانجليزى) والزجاج المتعادل للاغراض الطبية.

وفيما يلى عرض لاهم صناعات ذلك القطاع .

صناعة الاسمنت :

بلغ الانتاج من الاسمنت البورتلاندى فى عام ١٩٥٢ حوالى ٩٥٠ الف طن فى السنة وقد ارتفع هذا الرقم الى حوالى ٢ر١ مليون طن فى السنة فضلا عن انتاج الاسمنت الحديدى وأنواع الاسمنت الابيض والملون التى كانت تستورد من الخارج .

صناعة المواسير والمنتجات الاسمنية :

ارتفع الانتاج منها من ٢٥٠٠٠ طن قيمتها ٧٣٠ ألف جنيه مصرى فى عام ١٩٥٢ الى ما يزيد على ٢٠٠٠٠٠ طن قيمتها الى ما يزيد على ٥ر٤ مليون جنيه فى عام ١٩٦٤ .

صناعة الخزف والصينى :

كانت تستورد من الخارج كلية حتى عام ١٩٥٢ وقد أصبح الآن فى المتناول مواد خام الانتاج ذلك وانشىء مصنع جديد طاقته السنوية حوالى ٩٠٠٠ طن فى السنة .

صناعة الحراريات :

قفز الانتاج منها من حوالى ٨٠٠٠ طن فى عام ١٩٥٢ الى ما يزيد على ٦٥٠٠٠ طن فى عام ١٩٦٤ .

صناعة الزجاج :

قفز أيضا الانتاج من ١٢٠٠٠ طن فى عام ١٩٥٢ الى ما يزيد على ٥٢٠٠٠ طن فى عام ١٩٦٤ .

الصناعات الغذائية :

ترتبط الصناعات الغذائية ارتباطا وثيقا بثروة البلاد الزراعية كما تؤثر تأثيرا مباشرا فى مستوى الدخل الزراعى ، لذلك عنيت الدولة خلال السنوات القليلة الماضية بتلك الصناعات ، فاستحدثت صناعات جديدة لاول مرة بالبلاد مثل صناعة السردين المحفوظ فى العلب وصناعة الجبن المطبوخ وصناعة تجميد الجمبرى واستخلاص الزيت من رجيع الكون ثم التوسع فى كثير من الصناعات القائمة مثل صناعة السكر واللبن المبستر والاغذية المحفوظة والمياه الغازية والمسلى الصناعى والبصل المجفف .

وقد بلغت قيمة الانتاج فى قطاع الصناعات الغذائية حوالى ١٢٢ مليون جنيه مصرى فى عام ١٩٥٢ والتى أصبح حوالى ٢٢٢ مليون جنيه مصرى فى ١٩٦٤ .

ويوضح الجدول الآتى تطور أهم الصناعات الغذائية خلال السنوات ١٩٥٢ — ١٩٦٤ .

الصنف	الوحدة	١٩٥٢	١٩٦٤
سردين فى علب	١٠٠٠ طن	—	١ر١٥
جمبرى فى علب	١٠٠٠ طن	—	٢٩١
لبن مبستر	١٠٠٠ طن	—	٦٧٢
فواكه محفوظة	—	—	٦٧
لحوم مجففة	—	—	٥٣٣٠
صلصة طماطم	—	لم تقدر بعد	٦٠٦
السكر	١٠٠٠ طن	١٨٨	٣٧٨
زيت بذرة القطن	١٠٠٠ طن	١٠٠	١٢٤
مسلى صناعى	١٠٠٠ طن	١٢	٤٦
مياه غازية	مليون زجاجة	١٥٦	٧٠٢
علف الحيوان	١٠٠٠ طن	—	٤٥
جبن مطبوخ	—	١٤٠	١٢٤٠
سجاير منتجات التبغ	١٠٠٠ طن	٤ر١١	٩ر١٤

الصناعات الهندسية :

لقد حصلت الصناعات الهندسية على معظم مواردها الاولية من منتجات الصناعات المعدنية . هذه المنتجات مثل ألواح المعادن كانت تشكل وتجمع فى شكل منتجات كاملة الصنع معدة للاستهلاك .

ففى عام ١٩٥٢ كانت الصناعات الهندسية تقوم بانتاج كميات محدودة من المنتجات الجافة الاثاثات المعدنية والبطاريات الاوتوماتيكية والبطاريات الجافة واللمبات الكهربائية .

والجدول التالى يبين الزيادة الكبيرة التى حدثت فى انتاج الصناعات الهندسية والتى تطورت خلال المدة من عام ١٩٥٢/١٩٦٤ .

الصنف	الوحدة	١٩٥٢	١٩٦٤
عربات ركاب	بالعدد	—	٤٨٤٤
أوتوبيسات	»	—	٦٢١
جرارات	»	—	١٣٢٨
لوريات	»	—	٢٨٢
تلفزيونات	»	—	٥١٧٣٢
راديو	»	—	٣٥٢٥٠
راديو ترانستور	»	—	٢١١٩٩٧
دراجات	»		٤٣٢٩٣
ماكينات خياطة	»	—	١١٢٧٩
محولات كهربائية	»		١١٥١٥٠
غسالات كهربائية	»	—	١٦٠٥٦
أثاثات معدنية	طن	٣٠٠٠	٦٣٧٠
	بالآلاف	٢٠٠	٢٣٨ر٦
بطاريات كهربائية	»	١٨	١٧١
بطاريات جافة	»	١٢٠٠	٢٠٢٠٠
لمبات كهربائية	»	٢٠٠٠	١٠٠٠٠
ثلاجات	»	—	٣٢ر٩
أجهزة تكييف	بالعدد	—	٨٤٣٣
	بالآلاف	—	١٠١
أنابيب الجاز	بالعدد	—	٧٨٨٢١

الصناعات المعدنية :

ترجع أهمية الصناعات المعدنية الى أنها ترتبط باستغلال مصادر الثروة المعدنية فى البلاد وهى بذلك تساعد على الحصول على درجة عالية من الاكتفاء الذاتى فضلا عن توفير الخامات الرئيسية اللازمة لقيام الصناعات التحويلية مثل الصناعات الهندسية والصناعات الانشائية وتزويدها بماتحتاج اليه من مسبوكات وألواح وقطاعات ومواسير وغير ذلك مما تحتاج اليه الصناعات المختلفة .

وأهم المشروعات التى يتضمنها البرنامج الثانى للتصنيع هى :

مشروع تركيز خام الحديد فى أسوان ــ مشروع تلبيد خام الحديد بغرض معالجة المواد الناعمة من

مواد الحديد والحجر الجيرى وفحم الكوك والتى لا تصلح بحالتها الناعمة فتسخن فى الافران العالية بتلبيدها او تكتيلها لتصبح صالحة للشحن فى الافران بعد أن كانت فى حكم العـدم مما يزيد من قدرة الافران الانتاجية ويوفر من استهلاك الفحم الكوك ـ انشـاء وحدة جديدة لانتـاج الصلب لاستعمال الاكسوجين بشركة الحديد والصلب ـ وحدة درفلة القطاعات الصغيرة ودرفلة الشرائح بشركة الحديد والصلب لانتاج الصاج المدرفل على البارد والصاج المجلفن ـ اقامة الفرن العالى الثالث وتوسـيع الفرنين العاليين بشركة الحديد والصلب ولغرض رفع انتاج الحديد الزهر من ٨٠٠ طن الى ١٨٠٠ طن يوميا ويوضح الجدول الآتى التطور الذى حدث على كمية الانتاج فى أهم المنتجات المعدنية فى عام ١٩٥٢ مقارنة بعام ١٩٦٤ :

الصنف	الوحدة	١٩٥٢	١٩٦٤
كتل صلب نصف مشكلة	طن		٦٤٧٦٩
مسبوكات صلب	طن		٣٧٩٤
مسامير قلاووز وبرشام	طن		٥٨٢٥
لوازم قضبان السكك الحديدية			
قضبان السكك الحديدية	طن		٥٧١٥١
قطاعات من الصلب			
مواسير مياه ضغط عال	طن		٥٣٨٩
حديد تسلح وأسياخ لصناعة السلك	طن	٥٠٠٠٠	٢٠٠٥٦٩
أسـلاك	طن	١٠٠٠	٦٧٧٤
مواسير زهر صحية			١٧٨٦٥
أدوات صحية زهر	طن	١٦٨٠٠	٧٢٦٤
مسبوكات زهر أخرى			٢٧١٨٠

صناعة الغزل والنسيج :

تهدف برامج التصنيع الى التوسع فى صناعة الغزل والنسيج على اساس عامى سليم حتى يمكن مواجهة الطلب المحلى وطلبات السوق الاجنبى . ففى خـلال الفترة من عام ١٩٥٢ الى عام ١٩٦٤ حدث تطور عظيم فى صـناعة الغزل سواء الغزل المتوسط او الرفيع هذا بخلاف غزل العوادم ، كما ظهر نفس التقدم فى تبييضه وطباعة وتجهيز المنتجات القطنية وكذا فى المنتجات الصوفية .

أما خيوط ومنتجات الالياف الصـناعية فقد أمكن احلالها جزئيا أو كليا محل الصوف الطبيعى وذلك فى برنامج التصنيع الثانى .

كما أمكن التوسع فى انتـاج النـايلون من الكبرولاكتم مما أمكن استخدامه فى صناعة الاطارات

ويبين الجدول التالى تطور الانتـاج فى فروع صناعة الغزل والنسيج المختلفة وذلك عن الفترة من عام ١٩٥٢ الى ١٩٦٤ :

المنتـج	الوحدة	١٩٥٢	١٩٦٤
غزل قطن	ألف طن	٥٥ر٧	١٢٩ر٤٦
نسج قطن	«	٤٠	٤٨ر٩
غزل صوف	«	٢	٩ر٤
نسج صوف	«	٠ر٨	٣ر٦
خيوط ألياف صناعية	«	٤	١٣ر٧
نسج حرير صناعى	«	٢ر٤	٧ر٧
خيوط الكتان	طن	٣٠٠	١٠٥٧
نسج كتان	الف طن	٢٤٥	٨٤٨
غزل جوت	«	١ر٧	٢٥ر٨
نسج جوت	«	١ر٦	٢٣ر٢
ملابس جاهزة	«	١٠	٢٨
منتجات تريكو	الف دستة	١٦٤٩	٨٨٢٦

٥ ــ البرنامج الثالث للصناعة
(٦٥ ــ ٧٠)

الاطار العام :

كان من نتيجة الاسراع فى تنفيذ البرنامج الاول والثانى للصناعة وتحقيق الاهداف المرجوة من عمالة وزيادة فى الدخل القومى ان وجدت قاعدة صالحة للتوسع فى صناعات كثيرة وخاصة الصناعات الثقيلة بالاضافة الى صناعات السلع التصديرية .

وأسوة بما اتبع فى بدء السنوات الخمس الاولى من خطة التنمية للدولة فى يولية سنة ٦٠ حيث جت الاعباء المتبقية من البرنامج الاول فى البرنامج الثانى لتصبح نصيب الصناعة فى الخمس سنوات الاولى من خطة التنمية ، فقد أضيفت الى البرنامج الثالث للصناعة الاعباء المتبقية حتى يولية ١٩٦٥ وأصبحت فى مجموعها نصيب الصناعة فى الخمس سنوات الثانية من خطة التنمية .

ويمكن تلخيص الخطوات العامة لخطة قطاع الصناعة كالآتى :

الاستثمار الكلى	٨٧٤ مليون جنيه
الزيادة فى الدخل	٣٥٧ مليون جنيه
قيمة الصادرات السنوية	١٩٤ مليون جنيه
العمالة بالعدد	١٢٦ الف عامل
مدة التنفيذ	(٦٥ ــ ٧٠)

وتشمل الاستثمارات المذكورة عاليه الاستثمارات اللازمة للمشروعات الانتاجيــة الصـناعية بدون مشروعات انتاج الكهرباء ولانتاج الادوية كما تشمل التكاليف اللازمة للمرافق داخل أسوار المصـنع ولا تشمل المرافق اللازمة خارج المصنع من طرق وكبارى .. الخ .

أهداف اوتجاهات :

روعى فى وضع هــذه الخطة تنفيذ الاتجاهات العامة التالية :

١ ــ اقامة هيكل متكامل يحقق التوازن الانسانى بين مطالب الانتــاج واحتياجات الاستهلاك باقامة توازن سليم بين الصناعات الثقيــلة والصناعات الاستهلاكية . وان كانت سياسة التصنيع فى الخطــة الخمسية الاولى قد أعطت للصــناعات الاستهلاكية أهمية كبيرة بجوار الاهتمام أيضا بالصناعات الثقيلة فان تحقيق الهيكل الصناعى المتكامل تطلب ــ فى المرحلة القادمة ــ اعطاء أولوية أولى للصناعات الثقيلة والاساسية وخاصة تلك التى تنتـج مستلزمات الانتاج والعدد والآلات بالاضافة الى أخذ المشروعات الاستهلاكية فى الاعتبار .

٢ ــ الاهتمام بالمشروعات التى تنتج سلع التصدير وذلك أخذا فى الاعتبــار استيفاء السوق

المحلى ثم التركيز على الصناعات التى يمكن انتاجها بأسعار منافسة للاسعار العالمية حتى يمكن الاستفادة من عائد هـذه الصادرات سد احتياجات النقد الاجنبى المشروعات المقبلة .

وقد أمكن للصناعة خلال السنوات القليلة الماضية من تصدير سلع للاسواق الخارجية بلغ عدد مجموع أنواعها ٢٤٨ سلعة مختلفة وينتظر بعد اتباع الاساليب العلمية الموضوعة وادخال بعض التحسينات والتعديلات الطفيفة من زيادة أهداف التصدير .

٣ - الاستفادة الى أقصى حد بالامكانيات القائمة فى المصانع الحالية بالتوسع الرأسى وتشغيلها بالطاقة الانتاجية الكاملة وزيادة كفايتها بالاضافة الى رفع جودة الانتاج . وتدعيم المصانع القائمة والتوسعات الافقية بها واعطاء ذلك أولوية عن انشاء المصانع الجديدة . وكذلك الاهتمام بمشروعات ازالة نقط الاختناق بالمصانع .

٤ - الاهتمام بمشروعات الثروة المعدنية فى أبحاث واستغلال ذلك للاستفادة الى أقصى حد من الامكانيات المحلية من خامات المناجم والمحاجر والموارد البترولية . بما تتطلبه المشروعات الصناعية والزراعية مع الاخذ فى الاعتبار امكانيات تصدير مثل هذه الخامات .

٥ - توزيع المشروعات على مناطق الدولة توزيعا اقليميا سليما بما يتمشى مع سياسة تصنيع المناطق المختلفة مع اعطاء أولوية للمناطق التى لم تحظ بنصيب فى برامج الصناعة السابقة وذلك فيما عدا المشروعات التى ترتبط بموقع محدد وهى مشروعات البحث والاستغلال بالثروة المعدنية ومشروعات التوسع فى المصانع القائمة والمشروعات التى ترتبط اقتصاديا بشروط معينة كالقرب من مصدر الطاقة أو موانى استيراد الخامات أو تصدير المنتجات .

مشروعات الخطة :

يوضح الجدول التالى بيان تكاليف واهداف مشروعات قطاع الصناعة بالخطة الثانية موزعة توزيعا نوعيا طبقا لقطاعات الصناعة المختلفة .

تكاليف ونتائج تنفيذ مشروعات الخطة الثانية

(٦٥ - ٧٠)

المبالغ مقدرة بالمليون جنيه وعدد العمال بالالف

القطاع	الاستثمار الكلى	قيمة الانتاج	القيمة المضافة	العمالة عدد	العمالة أجور سنوية	الصادرات
مشروعات التعدين	٥٥	٣١	٢١	١٥	٥ر٠	١٦ر١
البترول	٩١	٧٠	٤٣	٤	٢ر٦	٢ر٣
الكيماوية	٢٥٧	١٦٦	٧٦	٢١	٨ر٨	٥٣ر٨
مواد البناء	٤١	٢٢	٨	٦	١ر٧	٨ر٤
المعدنية	١٩٦	١٧٩	٧٥	١٧	٨ر٦	٣٢ر٠
الهندسية	٨٣	١١٣	٣١	١٢	٣ر٨	١٦ر٤
الغذائية	٦٧	١٤٢	٦٥	١٣	٢ر٨	٢٢ر٢
الغزل والنسيج	٦٩	١١١	٣٤	٢٧	٥ر٣	٣٨ر٦
الريفية والحرفية	٨	١٤	٤	٩	١ر٣	٤ر٠
مراكز التدريب	٧	خدمات		٢	٠ر٥	—
الاجمالى	٨٧٤			١٢٦	٤٠ر٤	١٩٣ر٨

ومن أهم المشروعات التى اشتمل عليها البرنامج مجموعات المشروعات التالية :

١ ـ مشروعات الصناعات الثقيلة مثل رفع الطاقة الانتاجية للحديد والصلب والمشروعات التى تنتج الآلات والمعدات مثل مشروع استكمال آلات الورش ومشروعات انتاج المحركات ومعدات الغزل والنسيج .

٢ ـ مشروعات التوسع فى انتاج السلع الاساسية اللازمة للاستهلاك المحلى من المواد الغذائية مثل مشروعات هدرجة الزيوت ومشروعات السكر .

٣ ـ مشروعات وسائل النقل لخدمة قطاع النقل مثل مشروعات اللوارى والاوتوبيسات والدراجات والموتوسيكلات وسيارات الركوب

٤ ـ مشروعات لسد الاحتياجات التى ينتظر أن ترتفع استهلاكها نتيجة تنفيذ مشروعات الخطة مثل مشروعات الورق والمشروعات البترولية والمنتجات الاسمنتية .

٥ ـ المشروعات التى تعتمد أساسا على خامات محلية وخاصة تلك التى تجد مجالا راقبالا فى تصديرها مثل مشروعات الغزل والنسيج والملابس الجاهزة .

٦ ـ مشروعات التوسع فى المصانع القائمة للوصول الى وحدات انتاجية كبيرة ذات طاقات اقتصادية مثل مشروع رفع الطاقة الانتاجية للحديد والصلب ومشروعات ازالة نقط الاختناق بمصانع الغزل والنسيج .

٧ ـ مشروعات للابحاث والوقاية على الانتاج مثل مشروعات أبحاث الثروة المعدنية ومشروعات معامل جودة الانتاج والمعايرة .

وفيما يلى ملخص عن المشروعات بالقطاعات المختلفة للصناعة :

المشروعات التعدينية :

يهدف قطاع الصناعات التعدينية الى التعرف على امكانيات الجمهورية العربية المتحدة من خامات المناجم والمحاجر واستغلالها بمايتمشى والاحتياجات للسوق المحلية وما تتطلبه المشروعات الصناعية الزراعية وغيرها من هذه الخامات مع الاخذ فى الاعتبار أيضا الصادرات التى تجلب العملات الصعبة كذلك الصادرات الى دور الاتفاقيات .

ويتضمن قطاع التعدين ثلاث مشروعات للبحث والتنقيب عن الخامات وتبلغ تكاليفها الاستثمارية ٧ر٥ مليون جنيه وتتيح فرصا للعمل قدرها ٢٠٠٠ عامل بالاضافة الى زيادة قدرة المعمل المركزى لابحاث التعدين .

كما يتضمن ٢٤ مشروعا للاستغلال تعطى انتاجا قدره ٣١ مليون جنيه سنويا كما توفر العمالة لعدد ١٢٨٩١ عاملا وينتظر تصدير ما قيمته ١ر١٦ مليون جنيه من فائض منتجات القطاع بعد تغطية احتياجات السوق المحلى .

وفيما يلى بيان بأهم الصادرات المنتظرة :

خامات الفوسفات	٢ر٦٥٠ر٠٠٠	طن سنويا
تيتانيوم تيترا كلوريد	٤ر٠٠٠	طن سنويا
ملح	٤٦٠ر٠٠٠	طن سنويا

المشروعات البترولية :

تتلخص أهداف المشروعات المقترح تنفيذها خلال المرحلة الخمسية الثانية لخطة التنمية فيما يلى :

١ ـ اكتشاف موارد بترولية جديدة .

٢ ـ تنمية الحقول التى يتم اكتشافها واعدادها للانتاج .

٣ ـ تأمين احتياجات البلاد المتزايدة من المنتجات البترولية عن طريق تحقيق الاكتفاء الذاتى منها .

٤ ـ توفير امكانيات الخدمة بالمستوى اللازم لتأمين وصول المنتجات البترولية الى الافراد والى مناطق الاستهلاك الصناعية والزراعية والمرافق العامة بكفاية وانتظام وأمان .

وينقسم النشاط البترولى حسب طبيعة العمل الى ثلاثة أقسام :

١ ـ البحث والانتاج .

٢ ـ التكرير والتصنيع .

٣ ـ النقل والتخزين والتوزيع .

وتتضمن قطاع البترولية أربعة مشروعات كبرى للتنقيب واستغلال آبار البترول تبلغ تكاليفها الاستثمارية حوالى ٦ر٦٨ مليون جنيه ويقدر انتاجها السنوى بحوالى ٢ر٢٤ مليون جنيه .

أما تكرير البترول فتضمن قطاع البترولية ١٦ مشروعا تهدف أساسا الى رفع الكفاية الانتاجية لمعامل التكرير القائمة وكذلك تحسين جودة الانتاج وانتاج زيوت التزييت المختلفة .

وتقدر التكاليف الاستثمارية لهذه المشروعات بحوالى ٢٢ر٩ مليون جنيه . كما يقدر الانتاج المنتظر فيها بحوالى ٤٥ر٧ مليون جنيه سنويا .

وتوفر عمالة لعدد ١٧٥٨ عاملا جديدا كما يتضمن القطاع عدة مشروعات لنقل وتخزين البترول والمواد البترولية .

المشروعات الكيماوية :

يتسع مجال الصناعات الكيماوية بدرجة كبيرة ويغطى جميع أوجه النشاط التى تتحول فيها المادة نتيجة لتفاعل كيماوى . كما يغطى بعض العمليات التى يكون التحول فيها ناجما من تغيير فى الخواص الطبيعية للمواد ولذلك تنفرد الصناعات الكيماوية من غيرها من الصناعات الاخرى مثل الصناعات الهندسية وصناعة الغزل والنسيج وفيما تتم عمليات معالجة المواد الاولية بوسائل طبيعية بحتة .

وتعتبر الصناعات الكيماوية احدى الدعامات الرئيسية التى يرتكز عليها الانتاج الصناعى فى جميع قطاعاته وكذلك الانتاج الزراعى فيما يتعلق بالتسميد ومقاومة الآفات واستغلال المخلفات الزراعية .

وكان من الطبيعى زيادة الاهتمام بقطاع الصناعات الكيماوية ويبدو ذلك جليا من الزيادة فى قيمة الانتاج المحلى من الكيماويات والمنتجات الكيماوية حيث كانت قيمة الانتاج من هذه المواد نحو ٢٠ر٥ مليون جنيه فى عام ١٩٥٢ زادت فبلغت فى عام ١٩٦٤ حوالى ١٢١ مليون جنيه تقريبا اى بنسبة ٦٠٠ ٪ .

وتضمن المشروع الجديد للخطة الخمسية الثانية ٦٣ مشروعا كيماويا تقدر تكاليفها الاستثمارية بنحو ٢٥٧ر. مليون جنيه وينتظر أن تصل قيمة الانتاج السنوى لهذه المشروعات بعد اتمام تنفيذها الى حوالى ١٦٦ مليون جنيه .

ورؤى عند اعداد مشروعات الخطة الثانية التركيز على التوسع فى الصناعة القائمة دون اقامة مصانع جديدة الا فى حالة الضرورة وعلى تكبير خطوط الانتاج قدر الامكان وذلك بغرض خفض تكلفة الانتاج الى أقصى حد ممكن لاعطاء الفرصة للمنتجات العربية من غزو الاسواق الاجنبية بأسعار منافسة وكما سبق الذكر تبلغ قيمة انتاج المشروعات الكيماوية الواردة بالخطة الخمسية الثانية حوالى ١٠٨ مليون جنيه يخصص منه للتصدير ما قيمته ٥٢ر٧ مليون جنيه بنسبة ٤٩ ٪ تقريبا . وقد بنيت دراسات التصدير على الاحصائيات الواردة بتقارير ونشرات هيئة الامم المتحدة ومنظماتها .

ويشمل قطاع الصناعات الكيماوية بالخطة الثانية مجموعات الكيماويات الاساسية والاسمدة الكيماوية واللب والورق والصناعات السيليولوزية والكاوتشوك ومنتجاته والمنتجات الكيماوية المختلفة

وفى مجال صناعة الكيماويات الاساسية سوف يتوافر بالبلاد بعد تنفيذ المشروعات الخاصة بها فى الخطة الخمسية الاولى والثانية كل الاحماض المعدنية الرئيسية ، وبعض الاحماض العضوية ، والقلويات الهامة والاملاح الاساسية ، والراتنجات المختلفة ومنتجات تقطير الفحم والمذيبات العضوية ، ومواد الصباغة والكيماويات النقية اللازمة للمعامل والبحوث — وتخدم مشروعات الكيماويات الاساسية المقترحة فى الخطة الاولى والخطة الخمسية الثانية عدة صناعات هى الاسمدة الكيماوية والحديد والصلب والغزل والنسيج والورق والبلاستيك ودباغة الجلود ، والبترول والاخشاب الصناعية وغيرها .

وبعد اتمام تغطية ٢ مليون طن (١٥ر٥ ٪ آزوت) من حاجة الاستهلاك المحلى من الاسمدة الكيماوية بمشروعات الخطة الخمسية الاولى رؤى دخول الجمهورية العربية المتحدة كدولة مصدرة فى الاسواق العالمية للاسمدة حيث تتوافر المواد الخام اللازمة لهذه الصناعة محليا . وتقدر طاقة مشروعات الاسمدة الآزوتية التى أدرجت بالخطة الخمسية الثانية حوالى ٣ر٦٢ مليون طن (١٥ر٥ ٪ آزوت) فى السنة يستهلك منها محليا نحو ٢١ر. مليون طن والباقى وقدره ٣ر٤١ مليون طن يصدر الى الخارج وبذلك فان الانتاج المحلى من الاسمدة الآزوتية سوف يصل بعد اتمام تنفيذ مشروعات الخطة الخمسية الثانية الى ٥ر٦٢ مايون طن ١٥ر٥ ٪ آزوت فى السنة .

وفيما يتعلق بمجموعة اللب والورق والصناعات السيليلوزية ينتظر أن يبلغ الانتاج المحلى من الورق والكرتون بعد تنفيذ المشروعات الواردة بالخطة الخمسية الثانية الى نحو ٣١١٫٠٠٠ طن فى السنة يستهلك منها حوالى ٢٨٢٫٠٠٠ ألف طن محليا والباقى وقدره ٢٩٫٠٠٠ الف طن تقريبا يصدر الى الخارج . ورروعى فى هذه الخطة توفير معظم احتياجات صناعة الورق من اللب من مصادرمحلية الا كميات تبلغ نحو ٩١ الف طن من لب الخشب يقتضى الامر استيرادها من الخارج .

وحظيت صناعة الكاوتشوك ومنتجاته بنصيب وافر فى الخطة الخمسية الثانية فبلغت الزيادة المقدرة فى الانتاج نتيجة لتنفيذ الخطة الثانية حوالى ٢٣٠٠ طن من منتجات الكاوتشوك الميكانيكية عدا الاطارات ونحو ١٣٨٠٠ طن من الاطارات بالانابيب يصدر منها للخارج حوالى ٥٥٥٠ طن سنويا .

وبذلك ينتظر أن يصل الانتاج المحلى من منتجات الكاوتشوك الى ٨٢٠٠ طن ومن الاطارات والانابيب الى ٣٠٫٠٠٠ طن سنويا بعد انتهاء تنفيذ كل مشروعات الكاوتشوك ومنتجاته الواردة بالخطتين .

أما بالنسبة لمنتجات الكيماوية المختلفة فقد روعى عند وضع مشروعاتها التوسع فى انتاج غازى الاوكسجين والاستلين والبويات ومواد الطلاء والثقاب وتجهيز المبيدات الحشرية وغيرها بدرجة تكفى لاحتياجات الاستهلاك المحلى حتى عام ١٩٧٠

ويمكن تلخيص تكاليف وأهداف مشروعات قطاع الكيماوية فى البنود التالية :

١ — التكاليف الاستثمارية = ٢٥٧٫٠٠٦ الف جنيه

٢ — قيمة الانتاج السنوى = ١٦٥٫٩٣٩ الف جنيه

٣ — قيمة ما يصدر من الانتاج السنوى للخارج = ٥٣٫٨٣٠ الف جنيه

٤ — عدد العاملين = ٢١٫٢٦٤ عاملا

٥ — قيمة الاجور والمزايا العينية السنوية = ٨٫٨٣٨ ألف جنيه .

مشروعات مواد البناء والحراريات :

يقوم قطاع مواد البناء والحراريات بالدور الأساسى فى مشروعات الثورة العمرانية بمختلف المجالات ففى مجال الاسكان والتشييد تسهم مشروعات مواد البناء فى توفير احتياجاته من الأسمنت والطوب والجير والزجاج وفى مجال الاصلاح الزراعى والتعمير تسهم مشروعات مواد البناء فى توفير الأسمنت والمواسير بمختلف أنواعها وفى مجال الكهرباء توفر مشروعات هذا القطاع احتياجات من الأعمدة الخرسانية ومن أبرز الأعمال التى ساهم فيها قطاع مواد البناء والحراريات تزويد مناطق العمل بالسد العالى بأسوان بكميات ضخمة من الأسمنت كانت ترسل يوميا وبمعدلات ثابتة كان لها الفضل فى استقرار العمل فى اعداد خرسانات مساحة وانجاز المرحلة الأولى من المشروع الكبير فى الوقت الذى حدد له .

وقد أتمت مؤسسة مواد البناء والحراريات فى الخطة الأولى للصناعة ١٩٦٥/٦٠ مشروعات بلغت تكاليفها ١٤ مليونا من الجنيهات وأعدت للتنفيذ فى الخطة الخمسية الثانية مشروعات تبلغ استثماراتها الكلية حوالى ٦٠ مليونا من الجنيهات لمواجهة عمليات التشييد والبناء فى مرحلة الانطلاق العظيم والتوسع فى عمليات التصدير لتوفير العملات الصعبة للبلاد .

ويتضمن قطاع مواد البناء والحراريات ٣٠ مشروعا تقدر جملة استثماراتها بحوالى ٤١ مليون من الجنيهات وينتظر أن تصل قيمة انتاجها السنوى الى حوالى ٢٢ مليون جنيه سنويا عند تشغيلها بطاقتها الكاملة، وذلك بخلاف ٦ مشروعات لاقامة خمسة مصانع لانتاج الطوب الرملى والطوب الخفيف ومشروع لانتاج الجير . وهى مصانع تخدم قطاع الاسكان والتشييد بصفة مباشرة بحيث يقترح أن يتحمل هذا القطاع استثماراتها دون قطاع الصناعة ، كما لا تشمل مشروع انتاج الزجاج المتعادل والحرارى اللازم لعمليات انتاج الامبولات وزجاجات الحقن والأجهزة العلمية وهى جميعا مستلزمات تخدم بصفة مباشرة قطاع انتاج الأدوية بحيث يمكن أن يتحمل قطاع الصحة استثمار هذا المشروع دون قطاع الصناعة .

وبذلك تكون جملة الاستثمارات اللازمة لمشروعات مواد البناء والحرارات هى :

عدد		قيمةالاستثمار مليون جنيه
٣٠	مشروع لانتاج الاسمنت والزجاج والحراريات والمواسير والمنتجات الاسمنتية	٤٠ر٧
٦	مشروع لانتاج الطوب والجير	١٠
١	مشروع لانتاج الزجاج المتعادل والحرارى	٣ر٨

وتحقق المشروعات المقترحة (بخلاف المشروعات التى تخدم قطاعات أخرى خدمة مباشرة) أهدافا للتصدير قيمتها ٣ر٨ مليونا من الجنيهات .

ويلخص البيان التالى بنود الدراسة الاقتصادية لهذه المشروعات :

مليون جنيه

١ ـ الاستثمارات الكلية ٤٠ر٧

منها نقدا أجنبى ٢١ر٨

ونقد محلى ١٨ر٩

٢ ـ قيمة الانتاج السنوى ٢١ر٩

يستهلك منه محليا ما قيمته ١٣ر٥

ويصدر الى الخارج ما قيمته ٤ر٨

٣ ـ عدد العاملين ٦٣٥٨ عامل

٤ ـ قيمة الأجور والمزايا العينية سنويا ١ر٦٧٢ر٠٠٠ جنيه

٥ ـ القيمة المضافة سنويا ٧ر٨ مليون جنيه

ونظرا لأن أهداف الخطة الخمسية الثانية قد وضعت على أساس استثمار تشغيل المصانع القائمة بطاقتها الانتاجية الكاملة فقد كان من الضرورى تجديد بعض المصانع وخاصة مصانع أسمنت طرة وحلوان والتى بدأ الانتاج فى الشركة الأولى منذ عام ١٩٢٩ والثانية منذ عام ١٩٣٠ بحيث يستمر انتاجها بطاقتها الانتاجية الكاملة ، كما كان من الضرورى اضافة معدات ليمكن عمليات التفجير اللازمة لتكسير الحجر الجيرى المطلوب لانتاج الاسمنت ، وكذلك عمليات تحجير والتحميل باستخدام سيور الناقلة والمعدات الحديثة نظرا لأن الاعتماد على العامل البشرى فى مثل هذه الأعمال لم يعد يتناسب مع تطور الصناعة والنظرة الاشتراكية الى العامل باعتباره سيد الآلة .

لذلك أضيفت الى مشروعات الخطة استثمارات بلغت حوالى ٥ر٣ مليون جنيه وهى استثمارات لتجديد وتطوير مصانع الأسمنت وبالرغم من أن هذه الاستثمارات لم يظهر لها أهداف مباشرة فى الانتاج والعمالة وغيرها ، الا أنها فى الواقع تعبر عن استثمارات لازمة الحفاظ على الطاقات الحالية للانتاج وعدم تناقصها فضلا عن تحقيق حتمية التطوير والتجديد لهذه الصناعة .

المشروعات المعدنية :

يتضمن قطاع الصناعات المعدنية ٥٣ مشروعا تبلغ تكاليفها الاستثمارية ١٥٥ر٦ مليون جنيه وتغطى انتاجا سنويا تبلغ قيمته ١٣٢ مليون جنيه وتوفر عمالة لعدد ١١٨٢٠ عاملا جديدا .

وأهم هذه المشروعات :

— مشروع رفع الطاقة الانتاجية للحديد والصلب فى حلوان بمقدار ١ر٥ مليون طن باستخدام خام الحديد المتوافر محليا وتبلغ تكاليفه الكلية حوالى ٧٦ مليون جنيه ومشروع مصنع الصلب المتكامل فى أسوان لانتاج ٣٢٠ ألف طن من كتل الصلب وتبلغ القيمة الكلية حوالى ٢٤ مليون جنيه .

— ومشروعات التوسع فى انتاج المواسير الصلب الملحومة طوليا وحلزونيا لزيادة الانتاج بمقدار ٧٥ ألف طن سنويا من المواسير الصلب الملحومة طوليا ، ٢٥ ألف طن سنويا من المواسير الصلب الملحومة حلزونيا .

وتبلغ التكاليف الكلية لمشروعات التوسع بحوالى ٣ مليون جنيه .

- ومشروع انتاج الفيروسيليكون ويهدف الى انتاج ٢٠ ألف سنويا من سبائك الفيروسيليكون ٧٥ ٪ وتبلغ التكاليف الكلية حوالى ١ر٣ مليون جنيه .

— ومشروعات انتاج الزهر المطروق لانتاج زهر مطروق أو قلب أبيض لانتاج لوازم المواسير بطاقة ٢٤٠٠ طن ، ٢٠٠٠ طن زهر مطروق بروليتى للمسبوكات التى تتطلب صلاحية عالية وتحمل شديد للتآكل بطاقة ٢٠٠٠ طن وزهر طروق ذو قلب أسود لانتاج المسبوكات اللازمة لقطع غيار السيارات والآلات الزراعية والجرارات وآلات النسيج بطاقة ٥٠٠٠ طن . وتبلغ التكاليف الكلية لهذه المشروعات حوالى ٢ مليون جنيه .

هذا بالاضافة الى مشروعات معدن الالمنيوم ومنتجاته وتبلغ تكاليفها الكلية ٢٦ مليون جنيه وذلك لانتاج معدن الالمنيوم الكهربائى بطاقة انتاج سنوية ٤٠ ألف طن منها ٩ ألف طن اسلاك ، ٣١ ألف طن سلندرات ، بلاطات وقوالب . وكذلك انتاج المنتجات المصنوعة من الألمنيوم مثل الألواح والشرائط والاسلاك ورقائق الالمنيوم والمسبوكات والمطروقات وأدوات التعبئة فى الصناعات الغذائية والأدوية والأدوات المنزلية والاسلاك والكابلات بقدرة انتاجية حوالى ٢٤ ألف طن سنويا .

ومشروعات منتجات النحاس لانتاج منتجات النحاس وسبائكه مثل الاسلاك والكابلات والألواح والمسبوكات والشرائط وغيرها بقدرة انتاجية سنوية ٧٥٠٠ طن وتبلغ التكاليف الكلية لهذه المشروعات حوالى ٢ مليون جنيه .

وأخيرا مشروعات معدنى الزنك والرصاص واستخلاص المعادن الأخرى الموجودة بهذه الخامات مثل الكاديوم والنحاس والذهب والفضة والى سد احتياجات البلاد من منتجات الزنك والرصاص وانتاج أكاسيد الرصاص . وتبلغ الطاقة الانتاجية لمشروعات الزنك والرصاص حوالى ٩٫٠٠٠ طن سنويا منها ٤٫٠٠٠ الواح زنك و٤٫٠٠٠ مواسير رصاص ، ١٫٠٠٠ طن الواح فضة المانية هذا بالاضافة الى انتاج ١٫٥٠٠ طن أكاسيد رصاص . وتبلغ التكاليف الكلية لهذه المشروعات حوالى ٧ مليون جنيه .

المشروعات الهندسية :

تضمنت المشروعات الهندسية ٥٨ مشروعا ، بلغت استثماراتها الكلية ٨١٫٩ مليون جنيه ينتظر أن تصل قيمة الانتاج السنوى لها عند تشغيلها الكامل فى سنة ١٩٧٠ الى ١١١٫٨ مليون جنيه وقيمة ما يصدر من هذا الانتاج بحوالى ١٦٫٢ مليون جنيه ، ويترتب عليها عمالة جديدة تقدر بنحو ١٢٫٣٠٠ عامل أجورهم السنوية ٣٫٨ مليون جنيه .

وقد روعى الاهتمام بالصناعات المغذية للصناعات الكبيرة كمشروعات صناعة السلع المغذية لصناعة السيارات وصناعة الثلاجات وصناعة أجهزة الراديو والتليفزيون وكذلك البدء فى تنفيذ المشروعات التى تتوافر نسبة كبيرة من خاماتها محليا أو تلك التى تساهم بنصيب كبير فى زيادة قيمة الصادرات وبالتالى فى تحسين الأثر على ميزان المدفوعات .

وتشمل المشروعات الهندسية القطاعات الآتية :

— صناعة المعدات والآلات والعدد :

وتتضمن ٩ مشروعات اجمالى استثماراتها ٩٫٧ مليون جنيه وقيمة انتاجها حوالى ٨ مليون جنيه — ومن أهم هذه المشروعات استكمال المرحلتين الثانية والثالثة لمشروع آلات الورش ، واضافة انتاج الملحقات النمطية اللازمة لآلات الورش كظرف المخارط وأجهزة التقسيم ، وكذلك مشروعات لانتاج الأنواع الجديدة من المبارد وصنفرة الدوكو وأحجار الجلخ ، وانتاج بعض أجزاء آلات الغزل والنسيج .

— صناعة وسائل النقل :

ويشمل ١٥ مشروعا لصناعة وسائل النقل تهدف الى زيادة نسبة التصنيع داخل مصنع شركة النصر للسيارات بحوالى ٥٠ ٪ من قيمة الانتاج مع البدء فى اقامة الصناعات المغذية الجديدة بما يحقق أكبر نسبة تصنيع محلية من وسائل النقل على اختلاف أنواعها (لوريات — أوتوبيسات — سيارات ركوب — مقطورات — لوارى — جرارات زراعية — محركات صناعية) .

ـــ الصناعة الهندسية المتنوعة :

وتشمل ٧ مشروعات للتوسع فى بعض المنتجات الهندسية المتنوعة كالبراميل وشنفرات الحلاقة والمسامير والصوامل وابر الخياطة وخلافه .

ـــ الآلات والمهمات الكهربائية :

تتضمن ٢١ مشروعات لانتاج الاجهزة الكهربائية والكابلات واللوازم الكهربائية واللمبات .

المشروعات الغذائية :

تعتبر الصناعات الغذائية من أقدم الصناعات بالجمهورية العربية المتحدة التى بدأت منذ زمن طويل وساعد على ذلك خصوبة التربة وملاءمة الجو مما تعددت معه المحاصيل الزراعية ، الا انها واجهت صعوبات عديدة بسبب ما عمدت اليه الرسوم الجمركية مما كان له الأثر الكبير على ترويج السلع المستوردة على حساب الصناعات المحلية .

والصناعات الغذائية ، هى أولى الصناعات بالرعاية والاهتمام فى بلدنا كالجمهورية العربية المتحدة ، ذلك أن النهوض بها على أوسع مدى ، ضرورة اقتصادية يقتضيها التطور الكبير فى مستوى المعيشة اذا انها ذات قدرة كبيرة على تدعيم اقتصاديات الريف وتكون مصدرا من مصادر الدخل المرتفع للزراع ، كما انها تعمل على توفر احتياجات البلاد من المواد الاستهلاكية اللازمة كما أنها ذات قدرة فائقة على توفير فائض للتصدير وتكون بذلك مصدرا هاما من مصادر توفير العملات الاجنبية .

وكان من الطبيعى أن تهتم حكومة الثورة بقطاع الصناعات الغذائية فنهضت الصناعات القائمة وانشئت صناعات جديدة ويبدو ذلك جليا من الزيادة فى قيمة الانتاج المحلى من المنتجات الغذائية حيث كانت قيمة الانتاج من هذه المواد نحو ٧٨ مليون جنيه فى عام ١٩٥٢ بلغت فى عام ١٩٥٨ نحو ١٠٤ مليون جنيه .

وتضمنت الخطة الخمسية الأولى للتنمية الاقتصادية والاجتماعية للدولة (٦٠ ــ ٦٥) ١٣٠ مشروعا للصناعات الغذائية بتكاليف كلية ٥٣٫٤ مليون جنيه وقدرت قيمة انتاج هذه المشروعات فى الخطة بحوالى ١٢٥ مليون جنيه كما قدر ما تحققه من زيادة فى الدخل القومى بمبلغ ١٩٫٥ مليون جنيه (بخلاف المشروعات التكميلية ومشروعات الاحلال والتجديد) .

وتضمن المشروع الجديد للخطة الخمسية الثانية ٥٠ مشروعا غذائيا (بخلاف الاستثمارات المرحلة من الخطة الأولى) تقدر تكاليفها الاستثمارية بنحو ٦٦٫٥ مليون جنيه وينتظر أن تصل قيمة الانتاج السنوى لهذه المشروعات بعد اتمام تنفيذها الى حوالى ١٤٢ مليون جنيه .

ورؤى عند اعداد مشروعات الخطة الثانية التركيز على التوسع فى المصانع القائمة دون اقامة مصانع جديدة الا فى حالة الضرورة وذلك بفرض خفض تكلفة الانتاج الى أقصى حد ممكن .

وكما سبق الذكر ، تبلغ قيمة انتاج المشروعات الغذائية الواردة بالخطة الثانية حوالى ١٤٢ مليون جنيه يخصص منه للتصدير ما قيمته حوالى ٣٨ مليون جنيه ، كما يخصص منه للاستهلاك ما قيمته ١٠٤ مليون جنيه .

ويشمل قطاع الصناعات الغذائية بالخطة الثانية عديد من الصناعات يمكن تصنيفها فى القطاعات التالية :

١ ــ قطاع السكر .
٢ ــ قطاع الزيوت والصابون .
٣ ــ قطاع الدخان والسجاير .
٤ ــ قطاع الاغذية المحفوظة والتجفيف .
٥ ــ قطاع الحلوى والبسكويت والنشا والجلوكوز
٦ ــ قطاع المشروبات الكحولية والمياه الغازية .
٧ ــ قطاع الألبان ومنتجاتها .

ويلخص البيان التالى بنود الدراسة الاقتصادية لجميع المشروعات التى وردت تحت قطاع الصناعات الغذائية بالخطة الخمسية الثانية بما فى ذلك الاستثمارات المرحلة من الخطة الأولى :

١ ــ التكاليف الاستثمارية = ٦٦٥١٣ ألف جنيه
٢ ــ الجزء الأجنبى منها = ٢٦٧١٠ ألف جنيه
نقد محلى = ٣٩٨٠٣ ألف جنيه
٣ ــ قيمة الانتاج السنوى فى حالة التشغيل الكامل = ١٤١٩٢٤ ألف جنيه .

قيمة ما يستهلك من الانتاج محليا = ١٠٤٣٢٠ ألف جنيه

قيمة ما يصدر من الانتاج للخارج = ٣٧٦٠٤ ألف جنيه

٤ ـ عدد العاملين = ١٢٩٤٥ عاملا

٥ ـ قيمة الأجور والمزايا العينية = ٢٧٥٩ ألف جنيه

٦ ـ القيمة المضافة = ٩٤٦٩٠ ألف جنيه

قطاع الغزل والنسيج :

يتضمن البرنامج ٩٩ مشروعات للغزل والنسيج موزعة كالآتى :

— **قطاع غزل القطن :** ويضم ٣٦ مشروعا تبلغ تكاليفها الاستثمارية ٣٠٫٥ مليون جنيه وتبلغ قيمة انتاجها ٣٤٫٤ مليون جنيه يصدر منها ما قيمته حوالى ١٩٫١ مليون جنيه وسوف تستوعب حوالى ١٤١٣١ عاملا .

— **قطاع نسيج القطن :** ويضم ١٦ مشروعا تبلغ تكاليفها الاستثمارية ٦٫٧ مليون جنيه وقيمة انتاجها حوالى ١٣٫٣ مليون جنيه يصدر منها ما قيمته ٥٫٤ مليون جنيه وسوف تستوعب حوالى ٥١٥٣ عاملا .

— **قطاع الصباغة والتجهيز :** ويضم ١١ مشروعا تبلغ تكاليفها الاستثمارية ٦٫٩ مليون جنيه تبلغ قيمة انتاجها ٥٫٨ مليون جنيه وسوف تستوعب حوالى ٢٣٨٧ عاملا .

— **قطاع الصوف :** وتضم ٩ مشروعات تبلغ تكاليفها الاستثمارية ٩٫٦ مليون جنيه وتبلغ قيمة انتاجها حوالى ٢٠٫٣ مليون جنيه وتستوعب عمالة قدرها ٥٧٨٦ عاملا .

— **قطاع الألياف الصناعية :** ويضم ٦ مشروعات تبلغ تكاليفها الاستثمارية ٢٫٣ مليون جنيه يصدر منها حوالى ١/٣ مليون جنيه وتستوعب ١٤٩ عاملا .

— **قطاع الألياف النباتية :** ويضم مشروعين تبلغ تكاليفها الاستثمارية ٦٠٫٠٠٠٫٠٠٠ جنيه تنتج ما قيمته مليون جنيه ويصدر منها ما قيمته ٤٠٠٫٠٠٠ جنيه وتستوعب ٤٢٥ عاملا .

— **قطاع التريكو وتفصيل الملابس :** ويضم ١٦ مشروعا وتبلغ تكاليفها الاستثمارية ١٠ مليون جنيه تعطى انتاجا يبلغ ٣٢٫٩ مليون جنيه يصدر منها ما قيمته ١٣٫٢ مليون جنيه وتستوعب حوالى ١١٥٧٩ عاملا .

وبجانب هذا فهناك مشروع لمعدات الغزل والنسيج وتقدر تكاليفه الاستثمارية بحوالى ١٫٧ مليون جنيه وقيمة انتاجه حوالى ١٫٥ مليون جنيه .

وكذلك مشروعين للقوى المحركة تبلغ تكاليفها الاستثمارية حوالى ١٫٥ مليون جنيه .

وبذلك تكون جملة التكاليف الاستثمارية للمشروعات حوالى ٦٩٫٨ مليون جنيه تقدر قيمة انتاجها حوالى ١١١٫٥ مليون جنيه يصدر منها حوالى ٣٨٫٦ مليون جنيه وتستوعب حوالى ٣٩٦١٠ عاملا .

الريفية والحرفية :

تضم الصناعات الريفية والحرفية مجموعة من المصانع الصغيرة التى يعمل فى كل منها عدد محدود من العمال ينتجون منتجات لها طابع يدوى مميزا أو تحتاج لمهارة يدوية خاصة ولا تعتمد فى انتاجها الا على معدات بسيطة وغالبا ما تنتشر هذه الصناعات فى الريف ويتوارثها الأبناء عن آبائهم .

وتعتبر الصناعات الريفية والحرفية أكثر الصناعات انتشارا ، ويعمل فيها أكثر من مليون عامل عامل بعضهم متفرغ للعمل فيها كل الوقت والبعض الآخر يعمل فيها بجانب عمله فى الزراعة، كما أن عددا ضخما من النساء فى الريف يفطون هذه الصناعة جانبا وفيرا من أوقاتهن .

وتتميز الصناعات الريفية والحرفية بما يلى :

١ ـ ضخامة عدد المشتغلين فيها وامكان تشغيل عدد كبير من العمال بما يمكن من معالجة مشاكل البطالة المقنعة فى الريف .

٢ ـ ضآلة رأس المال اللازم لاقامة هذه الصناعات ورخص تكاليف منتجاتها .

٣ ـ مساهمة هذه الصناعات مساهمة فعالة فى زيادة دخل الفرد فى الريف وما يتبع هذا من زيادة كبيرة فى الدخل القومى .

٤ ـ تسد منتجات هذه الصناعات طلبا قائما على سلع استهلاكية رخيصة وضرورية للطبقات الفقيرة والمتوسطة .

٥ ـ امكان تصدير الكثير من منتجات هذه الصناعات للخارج ، وتكون بذلك موردا هاما للعملات الأجنبية فضلا عما يحققه طابعها القومى من دعاية للبلاد .

لهذا كان لابد أن يكون للصناعات الريفية والحرفية نصيب فى المشروعات الصناعية المقترحة للخطة الخمسية الثانية للتنمية الاقتصادية ، حتى يمكن لها أن تؤدى دورها كاملا فى تشغيل الأيدى العاملة العاطلة وفى انعاش الريف وفى زيادة الدخل القومى وفى الحصول على قدر وفير من العملات .

وقد وضعت الاسس التالية لتنمية الصناعات الريفية والحرفية لزيادة انتاجها وتحسين منتجاتها .

١ ـ توفير الخامات (أو تأدية الخدمات) اللازمة للصناعة وتسهيل وصولها للمنتجين .
٢ ـ انتاج منتجات نموذجية يسعى جميع المنتجين الى الوصول الى مستواها .
٣ ـ تدريب العمال الجدد اللازمين للصناعة على طرق الانتاج الصحيحة ، ورفع مستوى العمال الحاليين عن طريق الارشاد والتدريب .
٤ ـ اعداد الرسومات والتصميمات ذات الطابع القومى الأصيل أو الذوق الخاص .
٥ ـ تسهيل عمليات التسويق فى الداخل والخارج
٦ ـ امداد الصناعة بالقروض بفوائد بسيطة لتسهيل عمليات التمويل .

ويبلغ اجمالى التكاليف الاستثمارية لمشروعات الصناعات الريفية والحرفية بالخطة الخمسية الثانية ٧ر٩ مليون جنيه منها ٤ر٣ مليون جنيه بالنقد الاجنبى ، وتقدر قيمة الانتاج السنوى لهذه المشروعات فى حالة التشغيل الكامل بحوالى ١٤ مليون جنيه يمكن تصدير ما قيمته حوالى ٤ مليون جنيه وينتظر أن تستوعب هذه المشروعات حوالى ٩٢٦٧ عاملا منهم حوالى ٣٦٧٧ عامل مؤقت ٩٩٤ مسجون وتقدر القيمة المضافة بحوالى ٣ر٤ مليون جنيه .

مراكز التدريب المهنى :

يتضمن البرنامج انشاء ١٩ مركزا للتدريب المهنى على حرف تشغيل المعادن والكهرباء والآلات الدقيقة والكيمياء بالاضافة الى معهد لتدريب المدربين اللازمين لمراكز التدريب المهنى للوفاء باحتياجات الصناعة من القوى العاملة .

وقد قدرت لجنة القوى العاملة احتياجات الصناعة والمشروعات الجديدة بحوالى ١٩٢٧٨٠ فردا منهم ٨٧٧٧٠ عاملا ماهرا ومتوسط المهارة ١٤٠٨٥ فنيا وملاحظا .

معامل جودة الانتاج :

ويهدف الى انشاء معامل متخصصة للرقابة على جودة الانتاج الصناعى وتهيئة الوسائل الفنية الكفيلة بتطويره والارتفاع بمستواه بما يضمن للصناعة ومنتجاتها بالتفوق والرواج فى الاسواب

— اجراء التجارب والدراسات الفنية الخاصة للتحقق من مطابقة للانتاج المحلى للمواصفات الداخلية والخارجية وخاصة فى المرحلة الحالية من مراحل التصنيع .

ويتلخص النشاط الرئيسى فى النقاط التالية :

— اجراء التجارب والدراسات الفنية الخاصة للتحقق من مطابقة الانتاج المحلى للمواصفات القياسية المعتمدة ضمانا لدقته وحسن ادائه ووصولها الى المستوى المطلوب .
— معاونة الشركات والمنشآت الصناعية فى تذليل العقبات المتعلقة بمطابقة الخامات والمنتجات للمواصفات المعتمدة والعمل على احلال الخامات والمواد الوسيطة المحلية فى الانتاج بدلا من استيرادها من الخارج .
— ضبط أجهزة القياس والاختبار المستخدمة فى مختلف العمليات الصناعية والتى تتحكم فى دقة الانتاج .
— تدريب المشرفين والعاملين بمختلف مستوياتهم على الأساليب الفنية الحديثة لضبط جودة الانتاج فى مراحله المختلفة .

العمل على استكمال وتدعيم امكانيات ضبط الجودة بالمصانع المختلفة .

وتبلغ قيمة الانتاج فى المشروعات السابقة حوالى ٨٤٨ مليون جنيه .

والجدول التالى يبين الزيادة فى الانتاج فى منتجات أهم المشروعات :

المنتج	الانتاج ١٩٦٥/٦٤		الانتاج بعد تنفيذ مشروعات الخطة الثانية
بترول خام	٦٩٧٧	ألف متر ٣	١٢٠٠٠
بوتاجاز	٥٥	ألف طن مترى	١٣١
بنزين ونافتا	٧٥٨	» » »	١٤١١
كيروسين	٩٢٣	» » »	١١٩٦
خام الفوسفات مركز		طن	٢ر٥٠٠ر٠٠٠
خام الفوسفات صخرى ومطحون غير مركز	٥٧٣ر٠٠٠	»	١ر٠٠٠ر٠٠٠
خام الحديد	٥١١ر٠٠٠	»	٣ر٢٥٠ر٠٠٠
خام الفحم	—	»	٣٠٠ر٠٠٠
ملح	٤٨٢ر٠٠٠	»	١ر٠٠٠ر٠٠٠
سكر	٤٠٥ر٠٠٠	»	٨٣٥ر٠٠٠
زيت بذرة القطن رقم « ١ »	١١٥ر٠٠٠	»	١٤٨ر٢٥٠
سجاير ومنتجات تبغ	١٦١٧٠	»	٢١ر٧٢٠
لبن مبستر	١٦٨٣٢	»	٢٢ر٧١٢
فواكه وصلصة وخضر وبقول محفوظة	٨٦٥٥ر٥	»	٢٣٢٥٥ر٥
غزل قطن	١٣٦	ألف طن	١٩٩
أقمشة قطنية	٨٤ر٣	» »	١٠٧
كربونات صوديوم	—	طن	١٠٠ر٠٠٠ طن
كوك (أحجام مختلفة)	٢٦٨ر٠٠٠	»	٦٢٢ر٠٠٠
أسمدة أزوتية	٩٤٧ر٠٠٠	»	٥ز٦١٠ر٠٠٠
أسمدة فوسفاتية	٢٦٦ر٠٠٠	»	١ر٠٠٠ر٠٠٠
لب ورق كيماوى ونصف كيماوى	٤٠ر٠٠٠	»	١٥٢ر٠٠٠
ورق	٨٧ر٠٠٠	»	٢٣٨ر٠٠٠
كرتون	١٨ر٠٠٠	»	٧٣ر٠٠٠
منتجات كوتشوك ماعدا الاطارات	٧٣٥٥	»	٩٦٥٥
اطارات	٧٣٧٥	»	٢٦٥٦٠
مواد الصباغة	—	»	٢٩١٧
الاسمنت البورتلاندى العادى	١ر٧٥٦ر٠٠٠	طن	٤ر٦٠٠ر٠٠٠
الاسمنت الحديدى	٤٠٢ر٠٠٠		
الاسمنت الكرنك	٢١٣ر٠٠٠		
المواسير والمنتجات الاسمنتية	١٨٦ر٠٠٠	طن	٢٦٧ر٠٠٠
زجاج مسطح خام	١٥ر٠٠	طن	٣٠ر٠٠٠
زجاج أمان	٢٧ر٠٠٠	متر مربع	٦٠ر٠٠٠
الطوب الخفيف	—	متر مكعب	٩٦٠ر٠٠٠
الطوب الرملى	٢٤	مليون طوبة	٥٣٤
الجير	١٦٠٠٠	طن	٢٤١ر٠٠٠

المنتج	الانتاج ١٩٦٥/٦٤		الانتاج بعد تنفيذ مشروعات الخطة الثانية
مخارط	٦٠	عدد	٨٧٠
آلات الورش مناقب	—	—	٣٠٠
فرايز	—	»	٢٤٠
مقاشط	—	»	٩٠
وسائل نقل: سيارات ركوب	٤٣٨٦	»	١٢٠٠٠
وسائل نقل: لوارى حمولة ٦ – ٨ طن	٩٤٨	»	٤٦٠٠
وسائل نقل: لوارى حمولة ١٢ طن	—	»	٨٠٠
وسائل نقل: أوتوبيس متوسط	٤٠٠	»	١٠٠٠
وسائل نقل: أوتوبيس كبير	—	»	٤٠٠
وسائل نقل: جرار زراعى	٣١٨	»	٣٠٠٠
وسائل نقل: مقطورة لورى	٢٦٠	»	٢٠٠٠
وسائل نقل: مقطورة زراعية	—	»	٣٠٠٠
وسائل نقل: موتوسيكلات	—	»	١٤٤٠٠
وسائل نقل: دراجات	٤٠ر٠٠٠	»	٦٠ر٠٠٠
وسائل نقل: طلمبات رى	١٨٨٥	»	٦٢٨٥
وسائل نقل: بلف زهر	—	»	١٠٧٠٠٠
وسائل نقل: بلف صلب		»	٥٠٠٠
لمبات كهربائية عادية	٩ر٤٧٤	عدد بالمليون	٣٩ر٤٧٤
اللمبات الفلورسنت		»	٣
ثلاجات كهربائية	٤٢٨٦١	»	٨٩٨٦١
وحدات تبريد		»	٩٠ر٠٠٠
غسالات	١٧٢٠٢	»	٢٧٢٠٢
كل من الحديد الخام أو الحديد الخردة	٤٠٠ر٠٠٠	طن	١٥٧٧٠٠٠
ألواح صاج وشرائط وشنابر وحزل البال	٣٥٠٠٠	»	٣٨٨٠٠٠
قطاعات (ثقيلة ومتوسطة وخفيفة)	٨٨٠٠٠	»	٣٦٥٠٠٠
حديد التسلح	١٨٠٠٠٠	»	٣٨٠٠٠٠
المواسير الصلب الملحومة طوليا وحلزونيا	١٥٠٠٠	»	١٣٥٠٠٠
كتل الالومنيا أو الخردة	٣٠٠٠	»	٤٣٠٠٠
مدرفلات وألواح وشرائط ولوح	٥٠٠٠	»	٢٠٨٠٠
مسبوكات ومطروقات	٢٧٠٠	»	١٠٠٠٠
كتل من الزنك والرصاص المستورد والخردة	٢٥٠٠	»	٧٠٠٠
جلود مدبوغة	١٠ر٠٠٠	»	١٩ر٢١٠

القسم الانجليزى

Development has already been made aware of the seriousness of the situation.

9) Meanwhile, it is recommended that the conditions of external financing should be improved and adapted to the requirements of developing countries. Such improvement and adaptation should cover volume of loans, applicability to sectors not at present covered, or inadequately covered, especially infrastructure, lower interest rates, extended time-limits for repayments, and increased proportion of external project financing as compared with the national contribution.

10) Technical assistance would be better adapted to the specific needs of each sector if more highly specialized services and experts were provided. In this connection, the Symposium welcomes the establishment of the United Nations Organization for Industrial Development, under General Assembly Resolution 2089(XX).

11) It is also recommended that maximum use should be made of joint intra-African possibilities of technical co-operation and mutual assistance, since there are already several examples of successful intra-African co-operation and the African States have begun to accumulate some experience in one or more sectors.

12) African countries should help each other as far as possible to solve the problems of skilled manpower shortages. African countries could exchange manpower in specific fields and educational institutions could be set up in appropriate fields where lack of manpower is liable to cause a bottleneck in industrialization.

fruitful industrialization policies. In this connection, a wide exchange of information and the establishment of permanent and temporary exhibitions and fairs between the various African countries and the developing countries in general was recommended.

3) Present efforts in the field of co-operation at the regional and sub-regional levels were considered as likely to improve the results of national development policies. In order to accelerate and improve the industrial integration already started, the following recommendations are made :

a) Harmonization of national development, to make it easier for countries to benefit from industrial integration.

b) Establishment of well-equipped secretariats to do the preliminary work and follow up decisions, at the level of present or future sub-regional institutions.

c) The need to ensure political stimulus with a view to taking concrete measures in the field of sub-regional co-operation, to promote the economic integration of Africa. These measures could be taken at the level of sub-regional or regional institutions already established or to be established.

d) Studies within the framework of the OAU, to lay the basis of an integrated African development plan, a joint trade policy and a joint financial policy, to meet the needs of industrialization.

4) The delegates observed that individual countries still had more contact and trade with countries outside Africa than with their neighbouring African sister States. As a first stop towards correcting this situation, steps must be taken to improve the transportation system, including transportation between neighbouring countries. Special efforts should be made at sub-regional and continental levels to examine ways and means of improving the situation.

5) The problem of lack of national markets makes it imperative to encourage intra-African trade in manufactured goods. Discriminatory tariffs and other measures hindering free flow of goods should be removed wherever possible, since there is evidence to show that there is scope for increased trade among African countries.

6) UN agencies should work hand in hand with African governments in preparing economic feasibility studies. This would avoid the danger of setting up projects which may be desirable but uneconomic.

7) Individual countries should finance projects as far as possible from domestic savings because of the high cost of external loans. Through well-planned taxation and sacrifice, considerable savings can be forthcoming from internal sources so that external financing would become merely supplementary. It was generally agreed, however, that external financing would continue to play an important part in Africa's industrial development, particularly since much of the domestic savings would be taken up in financing the internal economic infrastructure, and also because of fluctuations of the prices of raw materials which constitute the greater part of exports of African countries and frequent falling off in foreign exchange.

8) It is recommended that the forthcoming World Symposium should discuss the question as to how developing countries can be helped to cope with the deteriorating position of their foreign exchange earnings and their consequent dependence on external finance. The UN Conference on Trade and

necessary to proceed further to the point where new industrial developments could be realised in practice. This was the significance of the new United Nations machinery described and the growing efforts of the bilateral donors, particularly in the preparation of feasibility and engineering studies. ECA would continue to remain available as a promoter and a catalyst so as to enable African countries to approach the appropriate sources of assistance, to help them solve a given problem and to carry through their programmes to the stage of final execution. This would be facilitated by the new industrial promotion services the ECA planned to establish at its four sub-regional offices.

49. The UN Commissioner for Industrial for the establishment of the special industrial services was to resolve the paradoxical situation in which African countries had frequently urged that more assistance should be given for the promotion of industrial development but had at the same time been unable to take full advantage of services already existing.

50. The representative of FAO drew attention to arrangements made between his Organization and the International Bank for them to co-operate in assisting countries in the identification and preparation of projects for Bank financing, including projects for the processing of agricultural, fishery and forest products.

51. The representative of the African Development Bank explained the arrangements being made to provide technical services for identification and preparation of industrial projects, in addition to capital financing, in particular of multi-national projects.

52. In the discussion the new arrangements for special industrial services were warmly welcomed as evidence of rapidly increasing and co-ordinated effort to assist African Industrial Development. It was suggested that pilot manpower and training units for industrial development should be established, with assistance in staffing and finance from outside Africa and capable of providing assistance to other African countries in the training of technicians and skilled workers. Documentary services should be attached and arrangements made to give fellowships for on the job training in advanced countries.

53. A number of delegations drew attention to the need for more flexible arrangements for provision of technical assistance for industry. It was pointed out that insufficient attention was given to the need for technical experts to train their counterparts. Sometimes the duration of the programme was too short. Furthermore, the time taken for example, to reach a decision in respect of requests for Special Fund projects appeared to be unnecessarily long. It was also suggested that in view of the increasing use of the sub-regional approach in African industrialisation it might be advantageous if technical assistance experts in industry could serve a group of countries.

54. A number of delegations felt that insufficient effort was being made to provide assistance in industrial development in the less developed African countries.

55. The following conclusions and recommendations arose from the proceedings of the plenary sessions :

1) The importance and necessity of general planning at the national level was emphasized as a necessary pre-requisite for rapid, harmonious and balanced economic development. While making development plans, the countries must first take stock of their natural and human resources and then determine the emphasis to be given to the different sectors of the economy.

2) The need for substantial structural reforms affecting the administrative institutions and and the systems of production and distribution was noted and recognized as a condition necessary for the execution of

were viable could not be embraced. Project evaluation was the tool that could help in assessing the economic benefit on the one hand and the inefficiencies of the project on the other

44. In their desire to industrialise, governments must not offer incentives indiscriminately. The cost of incentives must be carefully examined in relation to expected benefits, and incentives should be offered on a selective basis and only when necessary. The harmonisation of policies and actions to standardise incentives would assist governments to overcome one of the major obstacles to industrialization.

45. The sacrifice of custom revenue that would result from industrialization was referred to by delegates. It was generally agreed that while the loss of revenue would curtail government expenditure and national saving, nevertheless it should be considered as only a short-term phenomenon, which might be amply rewarded by the economic benefits that would be derived from industrialization. Assuring an expanding market for industrial projects should be given the higher priority.

46. Delegates agreed that export markets could be secured only through intensive effort and efficient organisation. The efficiency of industries was improved if the export market was carefully preplanned. That there was scope for such exports was evident from a study of recent statistics, where it is noted that exports of manufactured goods from developing countries to developed countries had been increasing steadily. There was also evidence to show that there was scope for increased trade among developing countries based on adequate differences of product ranges noted in such countries. It was pointed out that inhibiting factors of similar industrial structures were often exaggerated. Attention was also drawn to assistance with export promotion problems which African countries could now obtain from the UN Centre for Industrial Development.

47. In introducing a discussion on external resources for industrial development, other than finance, the Executive Secretary of ECA stated that the resources available in the United Nations Development Programme were growing and that it was also intended to increase the share going into industry. In addition voluntary funds were being made available specifically earmarked for industrial development, to be used in the form of special industrial services established within the framework of the United Nations Centre for Industrial Development, soon to become the United Nations Organisation for Industrial Development, and the United Nations Development Programme. These services were designed to make available at short notice high level experts in a wide range of industries to advise on the preparation of, and implementation of, development of a project ; and to provide teams of specialists to examine complex manufacturing techniques. Under the scheme it would also be possible to send national technicians to sources of specialised knowledge in advanced countries ; documentary laboratory and designed services would be available ; and experts would be available to solve technical problems arising after plants had been established. New areas of assistance were being opened up such as the financing of pilot factories.

48. The Executive Secretary recalled that there were other major sources of technical assistance for the promotion of industrial development provided for example by specialised agencies such as ILO, UNESCO, and FAO. In addition, bilateral donor countries were playing a very large part and were prepared increasingly to co-ordinate their efforts with the United Nations, in particular ECA. He referred to the role of the ECA in this growing effort, such as the wide range of preliminary industrial studies which would soon cover almost the whole range of industry in all four regions of Africa, and also the part played in promoting industrial co-ordination machinery in the sub-regions. This work would continue but in addition it was

Import substitution programmes were nevertheless important to African countries, and the central problem was how to avoid the inherent pitfalls.

38. The problem of export of manufactured goods from the developing countries to developed countries was extensively discussed by delegates to the Symposium and the general feeling appeared to be that extra efforts must be made to gain access to markets of the developed countries. At the United Nations Conference on Trade and Development held in Geneva in June 1964 an appeal was made to the developed nations to reduce tariffs on goods from the developing countries without demanding reciprocity. Several delegates therefore requested UNCTAD to make extra efforts to pursue this question. In the meantime, African countries should strive to attain a high level of quality in their industrial products and should promote intra-African trade.

39. In order to promote the employment objectives in industrialization, labour intensive technologies may be desired to offset the chronic shortage of capital and utilize available manpower resources. This should only be done, however, where efficient production would not be impaired. At the same time it was noted that it in Africa today there is considerable under-utilization of capacities of existing industries which would make it possible to increase employment without the need for further capital outlay. There is also scope for raising employment through the promotion of a wide range of small industries.

40. The representative of the UNCTAD in his statement expressed the keen interest of the United Nations Trade and Development Conference in the progress of industrialization in Africa, and underlined the need of taking into account the export opportunities of manufactures and semi-manufactures to developed countries, right from the planning stage of industrialization. The UNCTAD were hoping to continue co-operation with the ECA in promoting exports of manufactures and semi-manufactures, and suggested particularly the fields of processing of raw materials to the maximum extent before export to developed countries, industrial co-operation to producein develo ping countries products for consumption in the developed countries, and technical assistance in export promotion techniques.

41. The representative of GATT drew the attention of delegates to the fact that only a small part of industrialization could be financed by foreign aid. Therefore, the export earnings of Afrian countries must be increased through better access to the markets of the developed countries. It was hoped that the Kennedy round of tariff reductions might make this possible. Nevertheless, tariff reductions in themselves were not guarantees of expanded export markets for African countries.

42. The GATT representative welcomed the initiatives taken towards sub-regional co-operation, for within such a framework export promotion action could be effectively undertaken. Trade between developing countries was today hampered by absence of export infrastructure which includes such determining factors as market research, marketing, financing, insurance and transport. The process of exporting must be carefully analysed at the stage when production was being planned. In 1964, GATT set up an International Trade Centre precisely to help in tackling these problems and to make it possible for developing countries to develop their export markets. The representative informed delegates that ITC was ready to act for any of the participating countries of the Symposium.

43. In the general discussion that followed, several aspects of the problem of industrialization were reviewed by delegates based on the experiences of their countries. There was agreement that the role of industry must be appraised in a dynamic context and that purely static and commercial considerations were inadequate. On the other hand, the viewpoint that all industries

to find a formula for economic co-operation with the objective of accelerating economic growth.

32. The arguments for sub-regional co-operation and the need to set up institutional framework are reflected in several resolutions and recommendations of governments at past meetings. A system of inter-governmental consultation would safeguard the interests of individual of prejudicial and preconceived feasibility reports in the absence of consultation. Many aspects of industrialization problems could best be scrutinized at the sub-regional level. The experience of other regions showed that in the course of industrialization, protectionist devices once established might prove difficult to correct. Africa should benefit from this experience and should choose carefully the degree of protection, so that infant industries do not become a permanent feature of the continent.

33. Inter-governmental consultation arrangements would be an effective instruments for reducing the cost of foreign capital. Capital suppliers would then be in a better position to ascertain defined priorities of needs and the element of risk could be reduced.

34. A process of regular consultation would also reduce the degree of deviation from optimum solutions and should serve to make the location of industries more rational. National economic planning could be harmonised for mutual benefit and within a framework of complementarity. A far better organized co-operational structure than had been realized thus far should be set up.

35. Delegates commented widely on the different aspects of economic co-operation, and stressed its vital importance to the economic-development of the continent. They agreed that the dynamic development of Africa would best be realized through the harmonization of efforts within a framework of sub-regional co-operation and that there should be no delay in setting up effective consultation machinery to promote sub-regional co-operation. The initiatives already taken by ECA and OAU in promiting sub-regional co-operation were welcomed. In so far as the proposal for the establishment of a permanent secretariat for continental co-operation was concerned, it was pointed out that whatever institutional arrangement is decided upon, it should not duplicate the work of CAU, ECA and ADB.

POLICY ASPECTS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT PROBLEMS AND PRESPECTS.

36. In introducing this subject, the sec retariat briefly surveyed past growth trends and the present situation of the industry sector in Africa. It was pointed out that while the rate of industrial growth in the past was as high as 7 per cent, there were now indications that there had been a slowing down in recent years. The outstanding disparities between sub-regions in industrial development were also noted, and the attention of delegates was drawn to the possibility of useful exchange of technologies and industrial products between sub-regions as a result.

37. Some countries were already in the process of shifting from investments in intrastructure to industry, and thus could speed up industrial growth. The development of the heavy industry sector in Africa would require a multi-national approach. In other industrial sectors, import substituting industries were often given priority. Nevertheless, the weaknesses inherent in import substitution programmes should not be over-looked, for high-cost import substitution industries under the umbrella of protective tariffs might be a liability. Import substitution industries saved comparatively less money than was usually realized. It was the lagging of export markets that prompted countries to launch import substitution projects at an early stage. The scope for increasing export earnings through the establishment of primary processing industries was at the same time limited by the tariff schedules of the developed countries.

health did not come at an early stage of development. On the basis of observations in developed countries, some of these adverse conditions could be foreseen — overcrowding, sub-standard living conditions, air pollution, deterioration of nutrition, mental disorders resulting from new stresses, and so on. Since the progress of a society was a function of the well-being of its individual members, the representative called on delegates to give sufficiently high priority to health programmes during the period of industrialization.

27. The attention of delegates was drawn by the representative of the Afro-Asian Organization for Economic Co-operation to the importance of promoting sectoral co-operation between countries and industrialists in Africa. Approaches to the solution of the problems of industrialization could be realistically charted through close co-operation with experienced businessmen and industrialists. The representative underlined the benefits that countries could derive from laying a firm foundation of mutual under-standing and trust and invited the ECA and UNCID to continue their long standing co-operation with the Afro-Asian Organization for Economic Co-operation.

28. Continuing with the general debate, delegates noted the experiences of individual countries in industrialization. The contrast of the industrial picture before and after independence was described by several delegates, and it was noted that the current major preoccupation of the new governments was to give a new and balanced orientation to the overall economy. It was stressed that the preponderant role of agriculture in the economy, and especially the reliance of countries on specific commodities was something which must be corrected within the shortest possible time. Industrialization was one means to this end.

29. At the same time it was pointed out that the aims of industrialization might be jeopardized by a proliferation of industries. The path of industrialization must therefore be charted within an all-embracing framework within which all the implications could be properly assessed and allowed for . It was pointed out that the haphazard implementation of industrial projects, especially of those which would be under-utilized or subsidized by the State, might not be conductive to the realization of the goal of industrial development.

30. The attention of delegates was again drawn to the prerequisites for industrializartion and some of the major steps that developing countries should take were outlined. These included : (a) exhaustive survey of the country's natural resources, (b) the elaboration of an economic development plan with a clear definition of the role of the industrial sector, (c) the drawing up of feasibility studies, (d) training of manpower at all levels, especially through apprenticeship schemes, (e) exchange of information and visits among countries, (f) planning multinational industrial complexes, which would attract external financing, (g) the rapid establishment of the proposed Intra-African Economic Co-operation Council, (h) creation of a favourable environment for the promotion of economic and, in particular, industrial development. Financial resources available at the UN for surveys and studies were noted.

INSTITUTIONS FOR ECONOMIC CO-OPERATION

31. The secretariat introduced the document on institutional arrangements. The initiatives thus far taken in economic co-operation were briefly surveyed, and the progress realized in the Eastern, Central and North African subregions was noted. In particular, the co-operation achieved within such organs as the UDEAC, Maghreb, Senegal River Basin countries and EACSO was encouraging in the development of a framework of sub-regional co-operation. It was recalled that the proposals for multi-national groupings arose out of the desire of governments

22. The problem of selection of industrial projects to secure maximum economic benefits should also be examined critically. While there was wide scope for import substitution industries, the unchallenged application of the principle might prove disappointing in certain cases. Consumer goods industries, for example, often have a low value added component. Substitution industries should not give rise to an-unfavourable balance of trade, which they tend to do when they involve import of machinery and equipment, raw materials and components, and in addition they might need protracted tariff protection for their continued operation. Other criteria must also be analysed carefully in addition, such as the percentage of value added, labour-capital ratios and the potentials of the project in the diversification of the economy.

23. The representative of FAO drew attention to the importance of industries processing agricultural, fishery and forest products, as well as to the complex of industries serving agriculture through the provision of inputs such as fertilizers, machinery, implements, fishing gear, etc. He outlined the work of FAO in this regard and the assistance it provided in the identification and elaboration of suitable projects, training, pre-investment surveys, feasibility studies and pilot projects in the field of agricultural industrialization. This FAO assistance was available not only through the United Nations Development Programme, but also the FAO/IBRD Co-operative Programme that had been established in April 1965 and the Freedom from Hunger Campaign.

24. The representative of the African Development Bank (ADB) drew the attention of delegates to the fundamental aim of the ADB which was to contribute to concrete actions that would further the economic development of the countries of Africa. He pointed out that the effective functioning of intra-African co-operation would facilitate ADB assistance and welcomed the progress so far achieved in inter-state and sub-regional co-operation. Nevertheless, the horizon for co-operation should nor be limited to the sub-regional- level only. The prospects offered by regional co-operation should not be overlooked. Sub-regional and regional co-operation must proceed hand in hand since they are complementary, and since the gains made at the sub-regional level would be clearly seen and appreciated through the realization of harmonization at the regional level. The creation of ADB itself was an achievement which opened up wide scope for continental co-operation. It would not be unreasonable to aim for other organisms on a continental basis and the representative concluded by calling on the Fao-African organizations — OAU, ECA and ADB — to co-ordinate and redouble their efforts to extend the field of co-operation to the continental scale.

25. The representative of the UN Advisory Committee on Science and Technology drew the attention of delegates to the role of science and technology in industrialization. He pointed out that in the developed countries, technology was advancing at a rapid rate. Developing countries should select technologies appropriate to their specific requirements, since the new technologies of the developed countries could not always be efficiently and economically applied under the conditions of the developing countries. Delegates were informed that the role of the Advisory Committee was to assist developing countries in adapting technologies to their needs, and attention was drawn to the importance of con-continuously improving production methods through applied research, if markets were not to be lost. Governments, it was suggested, should mobilize and expand their reasearch organizations, encourage scientific education and establish sound scientific policies so that industriaization could proceed at the rate desired.

26. The representative of WHO sounded a note of warning in connection with the impact of industrialization on the health and well-being of the individual. He informeed delegates that the harmful effects of industri alization on

and their proportion in relation to the standards now required for national participation in project financing. At the same time, the importance of mobilising domestic financial resources was stressed. Among the means by which some savings in earnings from exports, increasing government revenue through a carefully elaborated tax structure and through thereorganizatoin of administrative, institutional and banking establishments. In this context, the important role that a dynamic development band could play in promoting industrialization was noted.

14. To encourage financial policies tending to release accumulated national resources with a view to development, it was proposed that the improvement of foreign financing conditions, as previously suggested, should be still more pronounced in favour of countries applying such policies.

15. The importance of the part played by internal resources was stressed, and the various ways of mobilising such resources were briefly reviewed.

16. The uncertainty of gains in foreign currency was stressed ; due to steady deterioration in the terms of trade, fluctuations in prices of basic products, gradual or sudden loss of certain traditional outlets and reluctance on the part of developed countries to buy industrial products from under-developed countries, especially processed agricultural products. In this field the problems and solutions proposed should be carefully reviewed taking into account the United Nations Conference on Trade and Development held in Geneva in 1964.

17. Several delegates recorded the actions taken by their governments to attract external financing. Usually the economic development plans elaborated laid stress on the significant participation of the private sector. Incentives in various forms were offered such as the right to repatriate profits as well as the original capital outlay including interest, tax holidays, fair and adequate compensation in the event of nationalization, and protective tariffs. Parallel to these, governments were also committed to a policy of promoting local entrepreneurship on the one hand and efficient industries on the other.

18. Concerning the general preliminary conditions of economic development, and more particularly industrial development, thorough structural reforms in organizing production and distribution systems were in many cases needed. The development of a State or para-State sector illustrated this need, in connection with which the United Nations recently had made a critical survey covering some twenty Member States.

19. It was also noted that the implementation of structural reforms led to international difficulties in the past, especially with the former colonial powers, even though they were not in principle aimed against non-national interests.

20. To avoid such crises, the idea of a charter of economic decolonization was suggested. This would make possible a definition of the general conditions and operational stages of new economic relationships, in particular, and would provide for fresh co-operation, fairer, better-balanced, and better adapted to the new-political conditions ; finally, more fruitful for all concerned. Such a charter could be discussed and defined at the International Symposium on Industrial Development.

21. The need to overcome the bottlenecks presented by the lack of adequate trained manpower was repeatedly referred to by delegates. Long-term planning of manpower requirements and organizing educational institutions to cope with these requirements should be the primary concern of government policies and actions. In this connection, the steps taken by a number of governments in training manpower through the expansion of educational establishments were noted, and a plea was made to the UN and donor countries for assistance to tackle the problems more effectively.

African sub-region in April/May 1965 and prepared a detailed study of the economic structure of the sub-region, including natural resources, transport, energy, industry and agriculture. It is estimated that industrial output in terms of value added should increase from 430 million US dollare in 1965 to 1050 millionUS dollars in 1975. The report of the mission will be submitted to a sub-regional conference to be held in April 1966. It is hoped that machinery for industrial co-ordination will be established at the meeting.

7. Parallel with the sub-regional activities an overall continental industry programme is being drawn up. It is expected that this will e completed by the end of 1966.

General debate :

8. Following on the statement of the secretariat, delegates presented country reports on prospects and problems of industrialization in their respective countries.

9. Delegates drew attention to the overall and specific problems of industrialization. These should be viewed in the light of a balanced development of agriculture and industry. It was pointed out that the economics of many countries in Africa are based on agriculture. Consequently, improved productivity in this field combined with industrialization, would lead to the desired economic progress. In this context, high priority should be given to agro-allied industries and the work of FAO in agricultural, fishery, and forest-based industries could play an essential and needed role in initiating industrialization.

10. The advantages of economic co-operation and industrial co-ordination were emphasized by several delegates. Such co-operation would permit economies of scale in major industries and provide the necessary market for economic-sized units. The sub-regional or multi-national approach was therefore considered he logica solution to overcome small nationla markets and other similar bottlenecks. Caution was at the same time expressed that the groundwork for sub-regional or multi-national co-operation should also include detailed studies of resources of individual countries and development of infrastructure, particularly of transport and communication between countries. Furthermore, it was noted that however able and unremitting the efforts towards sub-regional or regional economic integration from the technical standpoint, results would always be ephemeral or at any rate, superficial and trivial unless a constant minimum of political stimulus is provided. In this respect, a very important permanent part can be played by the OAU and other smaller political organizations already existing or yet to be established.

11. Finally, it was suggested that co-operation in general planning and the establishment of secretariats well-equipped both in quality and in number at the level of the existing sub-regional economic institutions, or of those yet to be established, would, help to improve and accelerate industrial integration.

12. The need for the evaluation of natural resources available on the continent, in order to assess anticipated national progress, was emphasized, and suggestion was made that surveys of these resources should be undertaken through direct aid from the UN and specialized agencies and developed countries.

13. It was pointed out that considerable capital is indispensable to develop infrastructrue, both before and during the industrial development effort. This means that expenditure (capital and operational) directly or indirectly involved in carrying out industrial projects, is comparatively greater in the under-developed countries than in the developed countries. In view of this fact, which is now an admitted handicap, it was proposed that the conditions of foreign financing should be improved as regards the duration, interest rate and volume of loans

REPORT OF THE PLENARY SESSIONS

ACTIVITIES IN THE FIELD OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT :

1. The secretariat stated that the work programme and basic strategy in the field of industry was determined by the sessions of the Standing Committee on Industry and Natural Resources of the Economic Commission for Africa and consisted of four phases, namely.

(a) industrial missions to various countries.

(b) research and documentation.

(c) pre-feasibility studies, and

(d) identification of industrial products, and feasibility and engineering studies.

The first two phases had been completed and the secretariat was now concentrating on the third and fourth phases. The programme includes national, multinational and regional projects. The emphasis of work programme is on co-operation among African countries or groups of countries in order to accelerate industrial development. It was, however, pointed that multinational co-operation at the sub-regional level among neighbouring countries was not rigid, but a step toward continental co-operation.

2. In the realization that industry was only one sector of the overall economy, inter-industry balances were being drawn up on national, multi-national and regional basis in order to establish, **inter alia** ,the direct and indirect effects of the industrial programme envisaged on trade, manpower, balance of payments, production of industrial raw materials, agriculture, rate of economic developnemt, etc.

3. At the Sub-regional Meeting on Economic Co-operation in East Africa, held in Lusaka in October 1965, the programme proposed for the poriod 1965–1975 covered some 6,000 products in 20 branches of industry. The pre-feasibility studies prepared covered location, capacity, employment, investment, and inter-industry relationships. The Conference recommended the establishment of an Interim Council of Ministers to consider the various proposals and by formal treaty the setting-up of an Economic Community of Eastern Africa to implement, **inter alia,** industrial co-ordination.

4. In West Africa, a conference was held in 1964. Work was now proceeding in the whole field of industry in preparation of the conference to be held in Niamey in May 1966. As for East Africa, the studies being prepared include types of plants, capacity, location, etc. A co-ordinated industrial programme for the sub-region for 1966–1976 is being drawn up. An Interim Expert Committee on Iron and Steel was established in 1965 as a follow-up to the Bamako conference and it was hoped that a West African Iron and Steel Authority would soon come into being to co-ordinate the iron and steel industry in West Africa.

5. An industrial co-ordination mission visited North Africa in December 1963 and the four countries of the Maghreb have since met several times and institutions for economic co-operation have been astablished. Commission have been established. Commissions on industry, transport, agriculture, posts and telegraphs, and national accounts have been set up. A comprehensive study on present, past and prospective demand for hundreds of industrial producrs is being planned. This will be supplemented by an inter-industry balance for North Africa.

6. A mission of experts visited the Central

conclusions in the UN report referred to, it was suggested that ECA might examine the question further.

58. The Committee II adopted two resolutions which are attached.

RESOLUTION

Pharmaceutical industries :

Noting that pharmaceutical products form one of the largest import items into African countries, that importation of these products is increasing at a high rate and that present per capita consumption is relatively low.

Recognizing that most requirements for the manufacture of these products are now available from many sources and that local manufacture in Africa is possible at favourable costs of production and would save foreign exchange.

Noting that the World Symposium on Industrialisation will be held in Geneva in 1967.

Recommends :

1. That the pharmaceutical industry in Africa be given the priority it deserves in development programmes, with due consideration to quality control.
2. That the ECA should establish a committee of experts to study the present and expected state of this industry in African countries and ways of obtaining help and of exchanging experience in this field.
3. That the ECA should prepare in association with WHO, a comprehensive report to be presented to the Geneva conference in 1967 :

(a) Possible ways and means by which the pharmaceutical industry in Africa can be developed and its quality properly controlled to an extent capable of meeting the rapidly growing needs of the continent with the utmost saving in time and money.

(b) The help that Africa may and should get for this porpose including access to safe and reliable sources of technology, methods of quality control and other procedures necessary to the development of a pharmaceutical industry.

Small-scale Industries Development

The Symposium on Industrial Developmebt in Africa :

Noting that small-scale industries offer one solution, among others, to the twin problems of unemployment and shortage of capital in Africa.

Noting that such industries could mostly be initiated and developed by African entrepr-cpreneurs.

Recognizing that the products of small-scale industries could form sizeable substitutes for imports.

1. **Recommends** that each member State establish state-sponsored institutions to help small-scale industrialists to secure technical assistance for production, management and marketing.
2. **Requests** ECA, in co-operation with the Organization for Industrial Development and other UN agencies to assist in the preparation of programmes for small-scale industry development and the establishment fo national or multi-national institutions for promoting small-scale industries.

African basis could assist in the expansion of trade both among African countries and in world markets, especially for processed agricu-ltural products.

47. Appreciation was expressed for the work done by FAO in assisting African countries in the development of agro-allied industries. It was recommended that in its future work on this regard FAO should :

(a) Intensify its assistance to governments in the promotion of industries related to agriculture, fisheries and forestry.

(b) Pay increased attention, particularly in the work of the FAO/ECA Joint Agriculture Division, to the identification of areas for co-operation among African including the promotion of intra-regional trade in processed products.

(c) Provide further assistance in obtaining information on the extent of African fishery resources, including, for example, the tuna resources off the east coast and the resources of the Red Sea.

48. The hope was expressed that an arrangement similar to the FAO/IBRD Co-operative Program could be made between FAO and the African Development Bank.

SMALL-SCALE INDUSTRIES :

49. The secretariat document on the development of small-scale industries in Africa was reviewed.

50. It was suggested that the question of the definition of the term small industry be considered by a committee that be appointed for the purpose by ECA.

51. Delegates of several countries explained the steps being taken in regard to development of small industries in their territories. These included loans, establishment of industrial estates, service institutes, etc.

52. The importance of small-scale industries in national economies was fully recognized as well as the need for their rapid development. It was realized that small industries generated employment, added to the production of a number of consumer products, and involved comparatively small capital expenditure. In Africa, which was faced with shortage of capital, this was particularly important. Because of the use, normally of comparatively simple techniques, they offered themselves as good instruments for African entrepreneurs. It was noted that small-scale industries made a useful contribution towards decentralization of urban areas and offered employment opportunities to traders displaced by rationalization of trade.

53. Often they catered for the requirements of local areas in respect of various producers and thereby saved transport charges that would otherwise be involved.

54. It was noted that some countries in Africa are planning the establishment of small industries as adjuncts to schools. This was considered useful as these industries would facilitate the training of students in the field of industry concurrently with their formal education.

55.. The representative of the ILO explained the assistance extended by his organization to develop small industries in Africa.

SECOND-HAND MACHINERY :

56. The question whether or not to encourage import of second-hand machinery from developed countries was discussed at length. A United Nations expert (Centre for Industrial Development) stated that the conclusions arrived at in a study made by the Centre were that in the case of certain types of machines, use of second-hand machinery could be recommended.

57. It was, however, felt that it would not be advisable to encourage in Africa the use of second-hand machines, but in wiew of the

39. Stress was laid on the close interdependence of agriculture and industry and the need to plan for a parallel development of these two sectors of the economy economy. If marketed production of food failed to keep pace with the demand of the expanding industrial labour force, the industrialization programme itself could be jeopardized, either by the pressure of rising food prices on industrial wages, or by the need to divert to food impotrs scarce foreign exchange resources required for the import of capital goods. Greater attention was therefore needed to role of industry in contributing to the expansion of food production, by supplying the agricultural population both with requisites such as fertilizers, pesticides, selected seeds and implements and with the consumer goods that played an important part in their incentive to increase production for the market. African countries should co-operate in the development of implements and processing equipment better to their needs than those at present imported from developed countries.

40. The increasing tendency for FO to be directly involved in development operations was welcomed, as compared to its earlier largely advisory and training functions. This had come about particularly since the establishment of the United Nations Special Fund and the inception of the FAO/IBRD Co-operative Program. Under the latter programme, the two organizations participated jointly in the identification and elaboration of agricultural, fishery and forestry projects for IBRD financing.

41. It was noted that FAO's assistance was not confined to the production of the raw material but also covered its processing. A number of African countries had already received assistance through the Special Fund, the Freedom from Hunger Campaign and through FAO/UNICEF assisted projects in pre-investment surveys, feasibility studies and the establishment of pilot plants designed to lead to full-scale industrial projects in such fields as the processing of a wide range of food crops, dairy industries, the construction of abattoirs, fishery industries, leather manufacture, pulp and paper, woodworking and saw-milling.

42. It was recognized that industries processing agricultural, fishery and forest products covered a very wide range, and that some of the simpler processes scarcely fell within the definition of industry. Especially now that smaller-scale processing equipment, better suited to the needs of African countries, was increasingly becoming available, the development of many agricultural processing industries could economically be based on domestic markets, and there was less scope for regional and sub-regional co-operation than in the case of some other branches of industry. In this connection, it was noted that the Indicative World Plan for Agrieultural Development, now in preparation by FAO, was being built up on a sub-regional basis and would provide a better basis for the assessment of the possibilities for co-ordination and co-operation between countries.

45. Among more specific points noted, reference was made to the need to reduce the cost of cans and other containers and packaging materials; to the need for promotional campaigns to popularize such unfamiliar processed products as fish flour ; and to the need for further research on the processing of African food products and raw materials, including by-products, that were so far little used,

44. The need for more information on the extent of African fishery resources was recognized. Attention was called to technical and economic difficulties encountered in preserving and transporting fish and to problems of marketing canned sardines in Europe.

45. It was suggested that African countries should give preferential treatment to impotes of agricultural raw materials from within the continent of Africa.

46. It was also noted that the establishment of grades and standards on a unifi ed

34. It was recommended that :

a) To cope with the requirements of the economic and social developments, top priorities should be given to the building materials production in the current and future national economic development plans in the African countries ;

b) Emphasis should be directed to the development of traditional and new building materials based on local resources, such as building stones. clays, lime, sand, gypsum, bambo and timber, as well as agricultural and industrial waste products ;

c) Building standards should be patterned at the regional and sub-regional levels to suit African conditions in order to ensure reduction of construction coasts ;

d) An African Building Materials Industry Development Research Centre should be established to work in co-operation with national and sub-regional building research organizations, existing or planned, in order to facilitate exchange of information and experiences among African countries.

TEXTILES :

35. The ECA report, The Textile industry in Africa, was reviewed. Developments in various countries were outline. It was agreed that the industry was important to the world in general and to Africa in particular. It was noted that the establishment of a textile industry was fairly easy to achieve, but the cost of studies and machinery could be high. It was emphasized that vocational training must go hand in hand with industrial development in the sector.

36. The following recommendations were made :

a) That textile mills in African countries should be established in relation to existing and potential markets as well as conditions of profitability ;

b) That factories for the manufacture of ready-made clothing should be established to provide a source of employment and also to serve as a market for textile mills ;

c) That machinery should be used to full capacity ;

d) That production standards should be evolved to ensure good quality ;

e) That industrial research centres should be created to enable the African textile industry to reap maximum benefit from technical advances ;

f) That technicians of high calibre should be trained in adequate numbers ;

g) That regional or sub-regional co-operation for raw materials production (e.g., viscose and artificial silk) should be encouraged ;

h) That ECA should continue with studies, in co-operation with UN specialized agencies and the countries concerned, on machine capacity, type and quality of current production, raw material availabilities, etc.

AGRICULTURAL INDUSTRIES :

37. A number of documents submitted by FAO on various aspects of agricultural industries were reviewed.

38. These studies indicated that in most African countries industries processing agricultural, fishery and forest products constituted a major part of their total industry at the present time. These products were often the most readily available raw material for industrialization. Many of them had to be processed before they could be utilized, while processing was also essential for the preservation of perishable products. As incomes and living levels were raised, consumers might be expected to demand an increasing proportion of processed food. The establishment of certain primary processing industries could lead, through forward linkage, to a number of secondary and tertiary industries; they also made possible numerous industries using by-products or waste products.

industrial sector, and related structural deve lopment in particular intra-regional transport facilities ;

"BELIEVES that FAO and ECA can play a useful role in channeling assistance to the region, in keeping trends and development projects under continuous review, and in providing facilities for consultation between governments on development plans ;

"INVI.TES the Director-General of FAO and the Executive Secretary of ECA to strengthen and co-ordinate their programmes in the pulp and paper field so as to render more effective services to the governments of the region".

BUILDING MATERIALS INDUSTRY IN AFRICA :

30. Document on the building materials industry in Africa, prepared by the ECA secretariat, was reviewed. The major products embraced by this industry were described to be cement and the allied products, building materials and components of iron, steel and timber, flat glass, and sanitary and electrical fittings and fixtures in all materials.. In addition, a wide range of other no less important materials such as clay products, building materials of non-ferrous metals, plastics, paints and varnishes are covered.

31. Delegates outline developments in their respective countries in the field of the building materials industry. The importance of the industry to the economic and social growth of the region was underlined. It was noted that future requirements of building materials are of such an order of magnitude that unless immediate action is taken to expand the industry, economic development would be seriously impaired.

32. It was generally agreed that the role of the building materials industry must be clearly defined when drawing up national industrialization programmes, as failure to do so could retard the process of economic development. The experience of other countries could be sought in planning the development of the industry with a view to ensuring the efficiency of new industries. Attention was drawn to the vital need of developing building materials based on local resources as well as evolving new materials based on waste and industrial by-products. It was stressed that African countries would have to explore all sources of building materials in order to be able to cope with housing needs and construction activities that would increase with industrialization. At the same time, efforts must be directed to reducing building costs. An important means of achieving this aim would be for African countries to promote actively the setting up of building reserach and standardization institutions, in which studies would be made on the adaptation of housing and construction projects to specific African conditions, and on the possibility of organizing production units to mass production methods. In this connection, the need to co-ordinate the activities of building research institutes with industrial research organizations was stressed.

33. The areas of co-operation among countries in the development of the industry were closely examined. It was agreed that building materials which are bulky and voluminous should preferably be developed at the national level. It was also recognized that such building materials as stones, bricks, concrete products, etc.., constituted national industries because of the fact that they are market-oriented industries. On the other hand, it was agreed that multinational and sub-regional co-operation was necessary in order to establish economic-sized production units and develop key building materials. In this context, the consensus was that the production of materials such as iron and steel products, sheet glass, sanitary and electrical fitting and fixtures would require the co-operation of African countries either at the multi-national or sub-regional level. The scope for co-operation through specialization of products was pointed out, and the advantages of co-operation in frontier areas were stressed in order to establish more organic and efficient industries.

fact that integrated forest industries are able to multiply the volume used and the value added in processing as compared with log exports.

28. It was recommended to expand the manufacturing capacity of forest products to promote exports above all of hardwood veneer, plywood, chipboard and sawnwood and coniferous pulp.

29. The Symposium appreciated the organization of the ECA/FAO/BTAO Conference on Pulp and paper Development in Africa and the Near East, held in Cairo, 8-18 March 1965, and endorsed the following final resolution of that Conference :

"The Conference notes that paper requirements in Africa and the Near East are likely to rise by three million tons by 1980, and that even this increase may fall short of meeting the the region's basic needs for cultural and industrial papers ;

"RECOGNIZES that this growing need cannot be satisfied through rising imports, and therefore, believes it necessary to speed up the rate at which new pulp and paper capacity is being established in the region ;

"NOTES that :

a) The region's fibrous raw material resources and non-wood, though unevenly distributed, are capable of sustaining most, if not all, of the required expansion ;

b) That many African countries are favourably endowed for the rapid creation of additional reserves of coniferous fibre at very low cost ;

c) That this fact, taken in conjunction with the deteriorating wood resources/requirements balance in some of the advanced regions of the world, offers the prospect of successfully establishing in Africa, not only the additional capacity needed to supply the region's expanding requirements, but also an important export-oriented pulp industry ;

"RECOMMENDS that member governments of FAO and ECA in the region take the following steps to facilitate the required expansion and take advantage of developing export opportunities :

"1. The conduct of pre-investment surveys to determine the cost and economic availability of the fibre and other resources needed.

"2. The selection of promising sites for newmills, and the execution of feasibility studies for specific mill types and sites in the selected locations, and

"3. The formulation of short and long-term programmes for pulp and paper development, properly integrated with overall economic development plans, and especially those concerned with strengthening the infrastructure — communications, power, water supply, etc.. ;

"DRAWS the attention of national planning agencies of interested institutions such as the IBRD, IDA, African Development Bank, United Nations Special Fund and of countries carrying out bilateral assistance programmes in the region, to the urgency of, and special opportunities afforded by, investments in this sector ;

"INVITES member governments in the region to review current forest policies in the light of the findings of this Conference, and in particular to consider the adequacy of present planting programmes and the need to concentrate new industrial plantations around favourable potential mill sites.

"CONSIDERS ALSO, given the presently small size of national markets in many countries of the region and the significant scale of economies in many branches of this industry, that national self-sufficiency in paper in all countries of the region will not represent an optimum use of the region's resources and could act as a retarding influence on healthy industrial development ; and therefore

"RECOMMENDS that governments of the region should co-ordinate their plans for developing this-

crease in population, availability and rational use of natural resources and their local valorization ;

ii. Exploitation of Africa's hydro-electric potential and maximum use of man-power resources ;

iii. The development of the pharmaceutical industry ;

d) That studies on the availability and possible utilization of certain raw materials should be undertaken, in particular on sulphir, pyrites, gypsum and natural soda ash, etc.. ;

e) That a study on the possibility of using certain processes of production should be made:

i. Gypsum (natural or by-product) for sulphuric acid and ammonium sulphate making ;

ii. Possibility of using hydrochloric acid in acidulation of phosphate rock and in the pickling of iron and steel ;

iii. Other processes for maximizing economic disposal of chlorine ;

iv. Causticization of natural soda ash ;

v. The Dual Process for soda ash production ;

f) That training and applied research should be emphasized :

i. Encouragement of studies to take courses in the field of chemical engineering and training to chemical industry personnel ;

ii. Creation of chemical engineering departments in universities and polytechnic institutes and strengthening of existing ones ;

iii. Establishment of applied research and training centres for research and training respectively ;

g) Miscellaneous :

i. That standardization of methods of classification of statistical data should be adopted, i.e., the Standard International Trade Classification (SITIC) for import-export commodi ties and the International Standard Industrial Classification (ISIC) with details provided by SITIC for industrial production ;

ii. That governments should promote use of fertilizers and pesticides ;

ii. That preference should be given to larger capacities rather than to small plants.

FOREST-BASED INDUSTRIES AND PULP AND PAPER :

24. The Symposium reviewed the document, Development of Forestry and Forest Industries in Africa, prepared by FAO, which drew attention to the vast forest resources of Africa comprising 15 per cent of the world forest area. In the discussion which followed it was noted that in the world market, excess capacity of certain grades of pulp and paper was expected to continue approximately to 1970.

25. The Symposium requested international organizations, FAO in particular, to assist the African countries in (a) conserving and surveying their forest resources, (b) planning and carrying out reaforestation schemes, (c) developing local processing of wood raw materials into sawnwood, plywood, pulp, paper, boards, etc.., through feasibility studies and other means, (d) promoting intra-African trade in forest products, through market studies based on sub-regional and regional co-operation, (c) improving marketing and transportation of forest products and (f) expanding training facilities for forestry and forest industries personnel.

26. It was noted that certain non-wood products, such as gum arabic, associated with the development of forest industries, should also be considered in technical assistance programmes.

27. The importance of integrated and maximum utilization of closed tropical high forests was empahsized and attention was drawn to the

industry in Africa. This was followed by a lively discussion.

15. Some delegates gave detailed accounts of the chemical industry in their respective countries. It was noted that in North Africa, the Maghr ebountries had established machinery for co-operation in developing the chemical industry.

16. Several delegations brought to the attention of the meeting fertilizer and other chemical projects, being considered or undertaken in their respective countries. It was noted that the UAR were willing to share their experience accumulated during the establishment and subsequent operation of chemical plants and offer to help other African countries.

17. The lack of sulphur resources in the continent was discussed at length. The rising trend of world sulphur prices was noted and the possibility of using gypsum for the production of sulphuric acid was considered. It was generally agreed that the success of utilizing gypsum depended on the size of plant, cost of production, and the market potential of the co-product cement. It was recommended that countries conducting studies on the possibility of establishing sulphuric acid plants should consider the feasibility of using gypsum. In this connection, the secretariat was requested to make a comparative study on the production of phosphate fertilisers using sulphur, gypsum and the electro-thermal process.

18. The use of imported ammonia for the establishment of nitrogenous fertilizer plants was discussed. It was emphasized that consideration should be given to the desirability of developing the ammonia industry in the sub-regions or region, whenever favourable conditions prevailed.

19. Trends in fertilizer consumption and production in Africa indicate that all the countries of Africa are not importers of fertilizers and the consumption of fertilizers will probably be inadequate to meet agricultural and food production needs for the population of Africa which is estimated to reach 346 million in 1970 and 449 million in 1980. Account must also be taken of the expansion of world demand and the necessity for some countries to valorise their export-oriented raw materials.

20. The problem of excess chlorine from chlorine-caustic plants was raised and it was agreed that a practical solution for its utilization should be studied within the framework of the sub-regions and region, in co-operation with ECA and UNOID.

21. With regard to medicinals and pharmaceuticals, delegates felt that this group has not been given the priority it deserves. The possibility of manufacturing pharmaceutical products which are still being imported was stressed. It was further stressed that quality control is essential.

22. Consideration was given to other branches of the chemical industry, such as plastics, rubber, insecticides, soaps etc. These were important industries and whenever conditions were favourable these branches should be vigorously followed-up by the countries concerned with the assistance of the appropriate UN agencies.

23. It was recommended :

a) That the ECA secretariat should continue to draw up a programme for multi-national, sub-regional and regional co-operation in the development of the chemical industry in co-operation with the countries concerned;

b) That ECA and UNOID carry out surveys and technico-economic studies of other chemical industries for example rubber, plastics, and insecticides and determine the needs and potential markets for such industries ;

c) That priority should be given to :

   i. The manufacture of concentrated fertilizers both for local and export purposes, bearing in mind the great in-

properly planned ; otherwise, the works might become uneconomic and an obstacle to further economic development. The great economies of scale in iron and steel manufacture and the high investment required to establish an iron and steel works, ranging from 70 US dollars per annul ton for a simple re-rolling works to 350 US dollars for a integrated works making flat products emphasized sized the need for co-operation on a sub-regional or regional basis in the development of the industry.

8. It was recommended :

a) That ECA should give active technical assistance at the national, multi-national, sub-regional and regional levels in connection with the establishment and development of the iron and steel industry and that every effort should now be made to translate present plans into feasibility and engineering studies which might attract the necessary finance ;

b) That the standardization of the specifications of semi-finished and finished products, in view of its importance to the future development of the iron and steel industry in Africa, should be studied by the ECA and submitted to the appropriate sub-regional organizations, due consideration being given to the need to conform to international standards ;

c) That the proposed sub-regional iron and steel authorities should be established as soon as possible and that ECA should study in co-operation with these authorities the establishment of a regional African authority on iron and steel.

ALUMINIUM

6. The paper, Africa and the Aluminium Industry was introduced by the secretariat. In this paper the great possibilities for the development of the aluminium industry were referred to, in particular in West Africa, Central Africa, and to a lesser extent in North Africa and East Africa.

10. In the course of the discussion the view was generally expressed that consumption would be increased considerably above the level forecast in the paper. In this connection, it was recommended that a greater and more varied use of aluminium, both inside and outside Africa, and in particular in the construction of buildings, should be given serious consideration.

11. It was recognized that because of the present low level of African consumption, the main outlets for the products of an aluminium industry compatible with African resources of bauxite and hydro-electric power were the markets of the developed countries of the world and it was suggested that in view of the tight control of these markets the subject should be discussed at the forthcoming world symposium. In this connection, it would be necessary for Africa to present a united front.

12. It was recognized, however, that efforts should also be made to promote the increasing use of aluminium in African countries with due regard to the interests of African producers of other metals and that the measures proposed in the paper would contribute to this end.

13. It was recommended :

a) That the need for African countries to secure a greater share of the world market for aluminium in accordance with their enormous resources of bauxite and hydro-electric power should be urged at the forthcoming world symposium on industry ;

b) That institutions should be established at the appropriate level to promote the use and and manufacture of aluminium by African countries, having regard to the producers of other metals, to facilitate co-operation in the development of the industry and to assist in securing a share in markets abroad.

CHEMICALS

14. The secretariat introduced the paper, Prospects for the development of the chemical

REPORT OF COMMITTEE II (SECTOR STUDIES)

ENGINEERING INDUSTRIES

1. The paper, Engineering Industries in Africa was introduced by the secretariat and discussion took place in the first instance on the value to the economy of establishing a motor vehicle assembly industry. It was generally agreed that this industry made only a small contribution to the economy of a country and that it was necessary to proceed towards manufacturing. Some delegates, however, stressed the difficulty of establishing manufacturing. Four difficulties encountered in establishing the assembly industry were mentioned ; experience showed that the training of operatives was difficult, the capital investment was relatively high and the cost of C.K.D. procedures was so high that vehicles assembled on the spot would in the end cost more than imported complete vehicles. There was also continued dependence on the supplying country for spaces. It was generally agreed that as national markets were small, the manufacturing industry should be planned on a sub-regional basis. In this regard the need to arrive as far as possible at a standardization of parts was stressed.

2. With regard to engineering generally, the importance of establishing adequate design facilities in the countries undertaking manufacture was stressed in order to keep abreast with technical progress. Otherwise, factories based on imported equipment might soon become obsolete. While agreeing with the great importance of design, the secretariat expressed the view based on the experience of most developing countries that the normal progression in engineering was from assembly, usually under licence, to manufacture including design.

3. The ECA study was regarded as most welcome and opportune because of the rapid increase in imports of engineering goods and the meeting stressed the importance of co-operation between African countries in the development of the industry.

4. It was recommended :

a) That ECA should continue its studies on the types of engineering works which could be established on a national, sub-regional and regional basis ;

b) That the various countries should within the framework of co-operation approach the industrialized countries of the world with a view to assisting African countries in promoting engineering factories.

IRON AND STEEL

5. The paper, The Iron and Steel Industry in Africa was introduced by the secretariat. Various countries outlined their plans for the development of the iron and steel industry. The Committee noted with satisfaction the co-operative efforts being made in the various sub-regions and welcomed the discussions now proceeding in West, East and Central Africa, and the "Maghreb" countries regarding the location and development of integrated works and re-rolling mills.

6. In the course of the discussion, the basic importance of iron and steel in the industrial development of Africa and the need to exploit the abundant iron ore resources of the continent were recognized.

7. It was generally agreed that in order to ensure ultimate profitability, long-term development of an iron and steel works should be

such services in a developing country such as pharmaceuticals, easy made equipment, etc.. ;

f) To put specifications and standards for the industrial products, especially in the food industries and alike that conform with health principles ;

g) To educate and train workers properly in the use of machines and tools before starting work, as a preventive measure against accidents and enforce other preventive measures relevant to the different industries ;

h) To pass laws and regulations for health care of the workers and ensure their enforcement.

INDUSTRIAL STATISTICS IN AFRICA

74. In an introduction by the secretariat, the need was stressed for the collected of comprehensive and uniform statistics of industrial production in Africa if the present programme of regional and sub-regional industrial expansion was to be properly guided and directed. Industrial statistics were also essential to the improvement of the national accounts in which so many countries are deficient.

75. Reference was made to the secretariat paper on the subject, which brought out clearly that the statistical information presented in the report was not complete. Co-operation of the various countries with the ECA secretariat was stressed to help compile the necessary statistics. The paper also discussed the taking of a general Census of Industrial Production, covering all sectors ; agriculture, mining, manufacturing, energy and services, etc.

76. From the discussion it was made caler that the incomplete information contained in the secretariat paper was partly due to long and slow communications with the various countries and the ECA and partly due to the shortage of experienced staff and inadequacy of facilities in many national statistical centres. It was also mentioned that countries occasionally encounter suspicion when collecting information from industrialists.

77. There was also need for the improvement of methods to enable a truer picture of industrial positions to be obtained from time to time. Questionnaires should be so framed as to elicit information easily and unequivocally from those expected to provide it. A matter which deserved attention was the question of secrecy on the part of the officers of statistics centres and the need for such officers to inspire confidence when they set about the task of collecting data.

78. The suggstion from certain delegations that the holding of industrial censuses, being a costly and time-consuming undertaking, should be carried out at fairly long intervals and thoroughly was found to be the best that might be done under the circumstances. Since some engaged in industry in African countries were illiterate and also moved from place to place, the registration of industrial workers became difficult and incomplete. Industrial censuses held at fairly regular intervals provided a truer picture of the industrial position.

79. Delegates received with interest the communication presented on the principles and methods to adopt in the preparation and operation of an industrial census.

80. The following conclusions were reached :—

a) All African developing countries should take industrial censuses as frequently as possible ;

b) Statistical information should be made available in greater uniformity and consistency within the framework of UN recommendations ; and an improvement of statistical methods should be made to to be obtained ;

c) Successful industrial development in Africa called for a high degree of co-operation between countries and this is one of the principal factors which should also be borne in mind in organizing industrial statistics.

These and other measures would help to ensure the health of workers and provide for their welfare and happiness.

70. It was pointed out that where industrialists plan for the health and welfare and happiness of their employees, the output was generally much greater in the long run. But employers should not be relied upon alone to plan for the health and welfare of workers. In agreement with the trade unions, governments should intervene through legislation on working conditions to ensure that these employers took adequate measures to see to it that their workers are healthy and happy.

71. In conclusion, the question under discussion — health aspects of industrialization— could be divided into two broad categories:—

a) Health conditions and services in the community ;

b) Health conditions and services at places of employment.
Both are closely related and complementary to each other.

72. The following four points emerged from the discussions :—

a) Co-ordination of action and thinking on the part of African Governments on what should be done in the field of social and health aspects of industrialization. The OAU could be a good medium for doing this ;

b) Individual Governments could do much in this field by themselves either : (a) by providing for housing ,health and recreation facilities and schools, etc., and (b) by using their regulatory and supervisory powers to see to it that conditions of workers were improved with the help of the trade unions, and making their own legislation on working conditions ;

c) In seeing to the health aspects of workers, note should be taken of the fact that workers were a part of society. Hence, these services should be provided for them in the framework of the society in which they lived. People in the community other than the workers should be allowed to use hospitals and clinics built specifically for workers attached to a particular industry, where such facilities for the public do not exist. Pensioners should also be taken care of ;

d) Physical planning and factory layouts should take into account facilities for improving the health of workers and providing for their welfare.

73. The following conclusions were reached :—

a) The necessity to plan industrial projects, from the very beginning, with due consideration to the necessary health measures or the control of the working environment and the prevention of accidents and occupational diseases ;

b) To plan from the very beginning for an efficient preventive and curative occupational health service for the personnel providing replacement and periodical physical, First Aid medical care and health education and counselling. Bearing in mind that the cost of such services is more than repaid by the increase of production and the reduction of cost (through the reduction of absentensism and the increase in productivity ;)

c) To give enough care for the creation of a healthy environment out ide the factories themselves, such as community health and medical services, housing facilities, community, water supply, safe means for the disposal of sewage refuse and industrial wastes and other community services and facilities ;

d) To prepare and have available the skilled personnel needed for medical service in factories.

e) To develop the local manufacture of articles and products needed for the expansion of

flourish, the quick formation of an African centre for standardization to promote work work in standardization, quality control, and legal and industrial metrology in the African countries along internationally unified lines, is recommended ;

c) Financial and technical assistance from the U.N. and its specialized bodies is desirable in the establishment of machinery for standardization, both national and multinational.

HEALTH ASPECTS OF INDUSTRIALIZATION

65. The secretariat introduced the subject and attention was directed to the WHO paper prepared on the subject, which dealt with the human aspects in development, emphasising health as essential element in all development programmes, since human beings are the most important development resource and the central factor in development.

66. As regards the industrialization drive in Africa it was stated that African countries were both at an advantage and a disadvantage. The advantage stems from the fact that there was the benefit of the experience of the developed countries. On the other hand, although industrial development in Africa entailed in many cases considerable expense, costs in providing infrastructure and general services to industry, provide also opportunities and challenge in planning for the comfort of the workers, their health, recreation etc. in physical planning of industry are enormous. The developing countries could profit from the experience of the developed countries to provide better living and working conditions for the gainfully employed.

67. In planning for the health, welfare and happiness of industrial workers note should be taken that they are members of a family and a society, and both should be provided for in the general plan. For instance, the members of the family left behind in transferring groups of populations from agricultural to industrial areas should be catered for, otherwise social disorganization with its subsequent behavioral changes and mental disorders will follow.

68. It was recognized that advers influences of industrialization upon health were due to the rapid transfer of large groups of population from agriculture to industry, from villages to industrial centres and cities. If the working environment is not designed according to occupational health principles, accidents and occupational diseases would occur as well as unnecessary strain and fatigue of the human body. As regards the new social environment of rapidly created industrial centres, overcrowding, bad housing or slums may result ; unsanitary disposal sewage refuse and industrial wastes may result in air and stream pollution. Deffective food and water hygiene may lead to increased incidence of communicable diseases. Where families were separated as a result of the transfer of popuations to new industrial centres and towns, will disrupt the traditional family life, and might result in social disorganization and maladjustment. The impact of urban life on the diet of rural immigrants varies considerably. There are several incidences to indicate that the diets of rural people can quickly deteriorate when they move to urban centres with a subsequent detrimental effect on health.

69. There was recognition of the need to take preventive measures so that the ills and diseases referred to above do not occur or are reduced to a minimum. Certain provision were suggested :—

a) Health and medical services ;
b) The guarding of machines and provision of poisonal protective equipment to prevent accidents ;
c) Adequate sanitary facilities ;
d) Visits of health officers both to the factories and the residential areas ;
e) A comprehensive housing scheme ;
f) Regulated working hours ;
g) Paid holidays ;
h) Canteen facilities in factories, etc.

INDUSTRIAL STANDARDIZATION :

59. In an introductory statement, reference was made to the resolution and recommendations of the inter-regional seminar on the promotion of industrial standardization in developing countries held at Helsingor, Denmark, October 1965. Different aspects of standardization were then defined and treated. Standadization is the process of formulating and applying rules for an orderly approach to a specific activity for the benefit and the co-operation of all concerned, and in particular for the promotion of optimum overall economy taking due account of functional conditions and safety requirements, it is based on the consolidated results of science, technology and experience. Standardization may be either functional or dimensional. Functional standardization includes all standards dealing with "fitness for the purpose". Dimensional standards achieve : (a) simplification, (b) unification and typification; and (c) inter-changeability.

The aims of standardization are to achieve : (a) overall economy, (b) protection of consumers, and (c) safety and protection of health and life.

60. Some details of the experience at standardization in some of the African countries that have been giving serious thought to the subject, were given. All delegations recognized the importance of standardization not only for improving the quality of goods produced but also to give meaning to African economic co-operation and trade. Standardization will make for rationalisation of spare parts and help the mobility of skilled labour. Where standardization is tackled in the early stages of a country's development it tends to reduce costs.

61. The problem of standardization has been made more difficult by the fact that African countries have inhereted differing systems, which constitute an inhibiting factor at present among African countries.

62. The necessity of establishing institutes for standardization was recognized. It was also recognized that such centres or institutes are costly to establish and shortage of qualified personnel was another bottleneck among African countries. Because of limited resources both in funds and manpower it was agreed that, in view of the general desire of all African countries to have uniform standards, institutes or centres of standardization should be on multi-national levels as a start. Such centres should adopt uniform standards and pool their resources as well as experiences. The help of the ECA, UNDP, UNOID, UNESCO and other international bodies like ISO was requested in the establishment of such centres ; including the necessary testing laboratories, quality control centres and help to set up an African standardization centre or institute.

63. It was further recognized that the sooner the question of standardization was tackled by African countries, the better. It was agreed that standardization should start with small things like electrical appliances, road signs, one system of driving throughout the continent, and then extend to the bigger sectors of industrial enerprises.

64. The following conclusions were reached :–

a) Since the introduction of standards in the early stages of a country's development tends to reduce cost, it is recommended that each African developing country not possessing standard institutes should attempt to set up at the earliest possible time, an appropriate machinery or institution for the elaboration and implementation of its national standards ;

b) As co-operation between African countries in the field of standardization and the unification of standards among them is essential if co-operation in other fields is desired and intra-African trade is to-

(f) To facilitate exports of manufactured goods, it should be stressed that proper axes of integration would help to develop intra-African trade, the aim of all African countries, but pending that long-term project, immediate steps should be taken such as sbolishing restrictions on personal travel or on free movement of goods and capital.

(g) African manufactured or semi-manufactured products meet with considerable difficulties when it comes to selling in the developed countries. But it was pointed out that African manufactured or semimanufactured goods, of comparable quality to those of the developed countries, sell well on the European and American markets. Similarly, there was no difficulty in marketing cocoa-butter. The ECA should be asked to study the markets, sector by sector, in respect of manufactured or semi-manufactured products from African countries. UNCTAD should be asked to collaborate in all such studies to facilitate sales of finished or semi-finished products in the industrial countries.

(h) An intra-African organization should be established, to promote sales abroad and ensure the necessary publicity. This would be of particular interest to countries unable to maintain special sales-promotion services with a view to foreign trade. Finally, the importance of transport in industrial development should be stressed with a view to establishing international links, particularly on the Trans-Sahara route. Transport was the most promising field of co-operation for the African States and should be given every stimulus with a view to building up the market and facilitating industrial development.

56. The following conclusions were reached regarding transport :

(a) Transport links bear directly on the promotion of industrial projects. Such links should be developed at the national and multinational level.

(b) While penetration lines from ports and frontiers to centres of activities are a matter for individual countries, axes of integration and main communication arteries covering more than one country demand multinational efforts with assistance from external financing sources.

(c) African countries should adopt a unified road signs, traffic code, as well as uniform railway gauges and should solve all other difficulties that now stand in the way of international communications. A specific study to this effect should be undertaken by ECA.

(d) Co-oidination between industrial development projects and transportation projects should be made if projects are to achieve their objectives entirely,

(e) Transport proves to be the most promising field of co-operation among countries and efforts in this direction should be vigorously pursued.

(f) Since the promotion of trade among African countries is the desired objective of all African countries, efforts must be made by each African country to facilitate and encourage free movement of businessmen and goods between African countries.

57. There was agreement to stress the need for promoting the export of manufactured and semi-manufactured products from the developing countries to developed countries to overcome their balance of trade deficits and to be able to import their requirements of capital goods and materials for their industrial programmes.

58. It was agreed also that industrial projects plans should take account of export possibilities and opportunities and make arrangements for promoting and achieving these.

data supplied by the various experts, the volume of traffic resulting from such activities could be estimated so as to decide **a posteriori** whether the initial hypothesis was valid.

49. It was pointed out that the Great African Lakes region seemed particularly suitable for such an approach. Located in the heart of Africa, it was naturally protected by distance from import competition. Densely populated, it was one of the greatest potential markets in Africa. Lastly ,it had vast natural resources and tremendous reserves of hydro-electric power. It therefore seemed an ideal location for establishing an industrial development axis from the Sudan to Zambia.

50. To illustrate, some indication was given of the distances and costs involved. Length of line to be built, some 2,000 to 3,000 km, perhaps less (economic and technical studies and negotiations between States could alone determine the exact figure). At an average cost of 100,000 US dollars/km, that would mean spending 200 to 300 million US dollars.

51. In view of the fact that the current African network, comprising some 80,000 km of railway line, was built in less than a centrry, i.e., at an average rate of about 800 km. per annum, it did not seem over-ambitious to consider building an inter-connexion covering 2,000 to 3,000 km, to permit the industrialization of a large part of the African continent .

52. Total expenditure likewise appeared to be within the bounds of possibility when compared with other major projects in Africa (the Kanji, Akosneba, Kariba and Aswan dams each cost over 200 million US dollars), or the transport programmes of seven Latin American countries which, for a 7-year period, cost more than 9,000 million US dollars.

53. The secretariat stressed the need for co-ordinating studies as a whole, and cited the committee set up to study the development of the Mekong Basin in South-East Asia as an example. That committee, consisting of Lao,s Cambodia, Viet-Nam and Thailand, co-ordinated all the studies carried out by the big United Nations family with a good deal of outside assistance (from over 20 countries, 3 foundations and 4 private companies), thanks to which the committee had so far had at its disposal about 27 million USdollars for studies alone.

54. In view of the studies already undertaken by the ECA on industrial development programming, 500,000 to 1,000,000 US dollars would cover the initial work on the project.

55. The following points were given special recognition :

(a) To build up the market, it is essential that goods traffic in the Great Lakes Region, should be facilitated. Multi-lateral and bilateral assistance should indicate to what extent it can contribute to the elaboration or implementation of such plans.

(b) Transport links bear directly on the promotion of industrial projects and these should be developed at the national, sub-regional, multi-national and regional levels, in close co-operation between the African States. Establishing axes of transport to facilitate integration demands sub-regional or multi-national efforts helped by external financing agents.

(c) The African countries should standardize their road signs and decide on a uniform system of traffic, either to the right or to the left. A trans-Africa highway was also recommended.

(d) Differences existed in technecal characterestics of African railways (gauge, coupling, braking system). Standardization was required.

(e) Improved transport was needed, in view of its direct bearing on location and growth of industrial enterprise (iron and steel works at Tororo – North Cameroon cement works).

ular interest to it. Existing research facilities should be fully utilised before building new ones and African countries should use existing research facilities to help other African countries.

(d) It should be emphasized that there is importance in the speedy introduction of design and consulting activities in industry. Such activities will contribute substantially toward industrial development in African countries.

(e) Developing countries should give immediate attention to the adoption of research programmes to deal with their problems of development.

TRANSPORT AND EXPORT OF MAUFACTURED PRODUCTS :

42. The secretariat introduced the subject on the basis of its report on industrial development economic co-operation and transport. It was pointed out that transport and industrialization were closely linked. The feasibility of establishing an undertaking depended on the dimensions of the market, which in turn depended on communication facilities for reaching the customer.

43. Attention was called to the existing structure of the African transport system which split up the African market, concealed its geographical dimensions and paralyzed industrial development. The Great African Lakes region was cited as an example.

44. In that region 6 great lines of penetration starting out from port Sudan, Mombassa, Dar-es-Salaam, Beira or Lourenco-Marques, Lobito and Matadi penetrated deep into the interior of the African continent, terminating close to an imaginary line drawn from Jube to Albertville (1,200 km as the crow flies). Traffic along the lines of penetration (consisting exclusively of railways and navigable waterways) was heavy, so average transport costs were very low. To them were added highly discrimiratory tariffs which varied according to the type of product, and decreased considerably with distance, so that for products considered most beneficial the long-distance tariffs might be as low as 0.6US cents/t km, or even lower in the Sudan.

45. On the other hand, the axes of integration which enabled – or had once enabled – trading between the African countries, usually consisted of fair or mediocre roads on which transport rates were from 3 to 6 US cents/t km.

46. This disparity in tariffs between the lines of penetration and the axes of integration had split up the African market in favour of imported products and to the detriment of African products. At the same cost (in certain cases) imports could cover ten times the distance on the lines of penetration that African products could cover on the axes of integration.

47. The result was that industrialization possibilities were masked by the divided market, while transport economists and industrial planners were caught in a vicious circle. Transport economists could not economically justify any considerable improvement in the system, due to lack of actual or predictable traffic in the absence of any industrial or trading programme at the international level. Further, lack of transport facilities prevented industrial planners from realizing the extent of the potential market, and consequently led to the shelving or postponing of certain industries which in a rebuilt market, would be immediately profitable.

48. To break the vicious circle, an over-all approach was proposed. First ,industrial planners might be offered **a priori** a hypothesis for rebuilding the market; an inter-connexion of the railways and an international transport tariff. Second, industrial planners, agricultural experts, etc, might be asked to study on that basis all industrial establishment possibilities· agricultural specializations and so forth which would become feasible against the background of a rebuilt market. Then on the basis of the

34. The Committee generally agreed that because of limited resources industrial research should be on a co-operative basis, either regional, sub-regional or multi-national and that African countries should place emphasis on applied research, which should be closely linked to the development plans of individual countries.

35. The representative of the UN Advisory Committee on Science and Technology, associated with the secretariat in introducing the subject, stressed the major role of Science and Technology in industrial development . He stated that the needs of different countries differed in relation to population, resources, economic potential, consumption patterns, national aims and plans and consequently the extent and value of industrial plans differed in content. Stress was laid upon the urgency of building scientific and industrial infrastructure needed in African countries.

36. Reference was made to the outline of a short-term 5 year plan and a longer term 15 year plan for the development of Science and Technology in the countries of Africa. Support and recommendations under these plans covered the need to establish research centres, documentation and information centres, training institutes, consulting services, etc., at national and continental levels. National research centres, it was suggested would help to determine local needs and meet local requirements.

37. The representative of the Advisory committee informed the Symposium of the Advisory Committee's recommendation that a net work of institutes should be developed in each country, designed to attack the problems directly relevant to the development of the country concerned in such fields as agriculture, industry, etc. through the application of existing knowledge and through research. Special attention should be given to the development of adequate systems of dissemination of scientific and technological information. The Advisory Committee also called for the full utilisation of existing institutes especially those going into disuse.

38. As a first step, the ECA regional meeting on Science and Technology accepted the establishment of some of the institutes and centres, e.g. standardisation, information and documentation, geological centres, on an all-Africa basis, to serve as training centres of personnel to man later established national institutes and thereby also obtain co-operation of a regional level.

39. Reference was made to the recent proposal by the Secretary-General of the United Nations to expand U.N. technical assistance to developing countries as a 5 year plan towards accelerated exploitation of renewable and non-renewable natural resources.

40. The OAU had established the "Science Technology and Research Committee" and a "Scientific Council for Africa" and the Advisory Committee for Science and Technology had recommended close co-operation between ECA and OAU.

41. The following conclusions were reached.

(a) Industrial research should be basically planned to meet the development needs of each African country in general, and each country should be encouraged to build its infrastructure in industrial research.

(b) Specialized research centres should be established in the various countries for the purpose of co-ordination of research projects of similar or complementary nature and to tackle research projects of common interest to a group of countries.

(c) A regional scientific information and documentation centre should serve to disseminate technical information and results of research activities on a continental level. This would greatly contribute to helping each country to establish its research programme in the specialized fields which are of partic-

for food aid as provided under the United Nations World Food Programme were also necessary ;

h) It should be stressed also that, however great the internal effort, in many cases it was not sufficient to meet all the needs of Africa, and that therefore external assistance was required. It was pointed out that the existence of sufficient infrastructure might encourage both national and foreign investment, so that finance organizations, whether national or multi-national, should make a special effort in that respect ;

(i) Foreign aid should go hand-in-hand with efforts to improve the conditions of trade. Stress should be laid, more particularly, on the need to stabilize export commodity prices of the developing countries, to lower or abolish barriers to intra-African trade, and to export African products, particularly manufactured goods, to the developed countries.

(j) It was recognized that external aid is seldom gratuitous. External finance organizations and the developed countries should be requested to be more flexible, more liberal and less restrictive in granting financial assistance.

(k) African countries should bring all possible attention to bear on the conditions governing the granting of external financial assistance. In particular, suppliers' credit should be carefully examined before being accepted.

(l) The foreign currency problem should be considered carefully. Banking activities should be supervised with a view to restricting or eliminating any leakage of capital.

INDUSTRIAL RESEARCH :

28. The aims of industrial research were stated to be as follows : to create new technology, to adapt known technology to local conditions and to maintain processes and operations in industry either created or adapted at the highest efficiency. These objectives could be obtained in a number of ways, for instance, (a) through applied research into discovering new processes and methods which promote the expansion of existing or the development of new industries or for improving the technical processes or the better utilizaton of raw materials or waste products, (b) research in order to adapt known processes of operation to local conditions, (c) industrial testing and quality control, etc.

29. The organization of services connected with industrial research required a large staff of specialists, costly equipment and facilities and high annual recurrent expenditure. Most African countries would find the cost involved in industrial research beyond their means. Thus two alternatives were suggested.

30. First multi-service arrangements with the objective and functions defined earlier, to serve a group of countries.

31. Secondly, a nucleus of technology in each of a group of countries by provision of specialised laboratories each working for a group in that field under an overriding Council which would harmonise and co-ordinate the research programmes and direct as well as administer the institutes in question.

32. With limited resources in finance, and qualified personnel, African countries would do well to relate the industrial research programmes to their immediate needs.

33. A distinction was made between pure academic research for its own sake and applied research. It was not always easy to apply the results of research to industries. Sometimes the personnel capable of transfering the results of research into production might be in extreme short supply. Certain developed countries had been able successfully to apply the results of their research to industries and the African countries could profitably benefit from their experience.

It was recognised that no country would give financial aid for nothing ; all the same, donor and receiving countries should begotiate the terms so that both dsies benefit from the transaction ;

f) There was a suggestion that external financing for multi-national projects should be channelled through consortia or consultative groups formed on a national or multinational or sub-regional basis ;

g) Supplier's credits should be carefully looked into in view of their huge cost and the risk of paying unduly high prices for the goods and services received ;

h) African governments should study the question of foreign exchange and national reserves carefully and take necessary action to prevent an outflow of capital needed to finance industrial development. Similarly the operations of commercial banks should be carefully supervised so that there was no outflow of the much needed capital ;

i) Industrial estates were recommended as particularly suitable for attracting foreign capital and encouraging national investment. In view of the cost of establishing such industrial estates, assistance from financing bodies and UNDP js particularly advisable.

27. The following conclusions were reached on the questions of internal and external financing :

Internal financing :

a) African countries should make great efforts to increase their national financial resources, and the possibilities in that respect were still far from exhausted. Unfortunately, the tendency in the African countries was not to make full use of such possibilities ;

b) Industrial development programmes could not always be financed entirely by foreign capital, even if this were desirable. Investors were often discouraged by a real or imagined lack of internal financing ;

c) There were several ways of increasing national financial resources : the use of appropriate fiscal instruments, administrative austerity, stimulation of savings through premium bonds, savings certificates, etc. ; the use of development banks and reserves accumulated through marketing organizations, etc. African countries should also start industrial development banks or, if they already existed, should extend their field of action. Marketing boards often had considerable resources. Such resources could contribute substantially to project financing ;

d) An increase in savings was not enough. An effort should also be made to use them properly. The establishment of more rigid systems of financial controls and of bodies to promote small-scale industries, to facilitate the granting of loans, and foreign exchange for capital imports might sometimes be advisable ;

e) It was recognized that external aid is never gratuitous. Nevertheless it was suggested that international finance organizations and developed countries might be more flexible, more liberal and less restrictive in granting financial assistance. Due note was taken of the endeavours of the African Development Bank to adapt financing conditions to the specific conditions of development in Africa. It was agreed that countries providing capital should respond to the Bank's to initiative and set up a "special fund" to enable the Bank to grant loans at a low or reduced rate of interest and repayable over a long period.

External financing :

f) It should be the aim of external financing to help to break the vicious circle of low income and small savings capacity ;

g) It should be stressed that in many cases financing was not in itself sufficient to promote industrial development and that often technical assistance, expert personnel,

i. Possibility for the Bank to grant loans either to Governments of member States or to public, semi-public or private enterprise in member States. In the latter case, the Bank would require the national participation by way of capital and personnel to be substantial.

ii. Possibility for the Bank to take action either through ordinary shares (IBRD type) or through participation in capital IFC type), or else by means of special loans (IDA type), if the Bank succeeds in raising special funds.

iii. Necessity for the Bank, in conformity with its statutes, to grant priority to multinational projects without excluding national projects.

iv. Possibility for the Bank to grant specific loans for individual projects, or overall loans — particularly to national or sub-regional development banks — to finance a series of projects within the framework of an overall programme.

v. Adoption of two interest rates based on the degree of profitability of the project.

vi. For carrying out projects, priority will be given to African commodities and services, provided the cost is not too high in relation to that of imported goods and foreign services.

vii. Lastly, possibility for the Bank to grant technical assistance to member States for studying and perfecting projects, more particularly by way of medium term loans, with or without interest, in accordance with the conditions applicable to each project.

25. External financing either filled a foreign exchange gap or a savings gap, i.e., it aimed at breaking the vicious circle of low incomes and low savings capacity. External financing should be designed to raise domestic savings through calling forth complementary domestic financing and a maximum plough back through taxation or saving of the income generated. External financing could also be used for the purpose of removing specific bottle-necks which militate against increased investment and industrial output. The removal of bottlenecks might require aid in more specific forms, such as technical assistance, skilled manpower resources or food aid such as under the U.N. World Food Programme.

26. From the discussion certain points emerged :

a) It was realised that many African countries required external financing whatever they did at the domestic level. The need for foreign aid would diminish or increase according to the state of a country's balance of payments with particular reference to the debt servicing capacity.

b) General recognition was given to the preference for trade to dependence on external financing, which, in any case, could not continue indefinitely.

c) It was agreed that price stabilisation for the primary products on which most African countries depended for their exchange earnings was essential and the international bodies should help towards this goal.

d) African countries should examine carefully the conditions under which external financing was made available to them. They should insist on low interest rates and a period time of repayment spread over a long period. They should be careful, too, about the concessional terms they offered. Concessional terms should often be avoided where they cut across a Government's essential sources of income, and competition in offering concessional terms should be avoided ;

c) Agreement was unanimous on the piont that external public financing should preferably not be tied to specific industrial projects and should be given more freely, nor should it have strings attached to it.

23. Perhaps too much was made of the vicious circle between low incomes and low savings in countries with a relatively stagnant economy, and there was a general recognition that despite sacrifices and difficulties there must be higher savings from domestic sources. When such an approach was adopted it would be seen that the so-called vicious circles could be broken. Investment generated income, which in turn made possible increased savings. It was also recognized that where domestic financing was forthcoming external financing might increase. It should be remembered that industrial development programmes could not be financied from external sources alone, even if this were desirable, and that sometimes potential investors were inhibited from initiating investment in industrial enterprises owing to insufficient facilities, or inadequate awareness of facilities, for complementary financing.

24. Other points which received general recognition were :

a) The need for financial institutions to mobilize domestic saving for local investment, for instance, cooperative banks ;

b) The need for creating or strengthening industrial development banks ;

c) The establishment of financial institutions equipment, loans at reasonable interest rates, and foreign exchange to pay for imported raw materials and equipment ;

d) The setting up of specific agencies like industrial development corporations as a means of promoting industrialisation in State or private sectors or in joint State/private sectors ;

e) The manipulation of fiscal policy in various forms, as a device to promote and generate savings and new forms of revenue and to improve existing tax system : a number of African countries were doing this of particular interest was the experience of one country in imposing a tax on sugar to finance the building of a new dam ;

f) The promotion of a system of ploughing back profits for the financing of industries and related agencies such as marketing boards for purpcses of industrial development ;

g) The representative of the African Development Bank described in detail the structure and financial methods of the African Development Bank and the manner in which it would finance investment projects in general and industrial investment projects in particular. Although at the moment the Bank had at its disposal only the resources accruing from the paid-up portion of its capital — a capital entirely subscribed by independent African States — such resources were a sufficient proof of African solidarity and constituted a nucleus to attract supplementary foreign capital. In view of Africa's needs in capital, the Bank was currently trying to influence countries providing capital to contribute within the framework of the Bank — all necessary provisions for receiving such sums being contained in the Bank's statutes — to "Special Funds", to enable the Bank to grant long-term loans at a low rate of interest, particularly for projects relating to infra-structure or to cultural and social services. The Bank was also pressing for the establishment of a "special fund" to reduce the interest rate on loans floated by African countries on capital markets, more particularly for less profitable or long-term agricultural or industrial projects.

The representative of the African Development Bank also outlined the conditions governing the Bank's activities as laid down by the Board of Directors at its last meeting, in an endeavour to adapt methods of financing to prevailing conditions in Africa. They were briefly as follows.

ary school curricula of the first five years could be adjusted to the needs of rural life. During the next stage, that is from the sixth to the ninth year, emphasis could also be on rural life, but at a higher level. It was only the more talented who succeeded in getting through the ninth grade, that should make their way to polytechnics and other higher institutions of learning.

21. The following conclusions were reached:

a) It had been made clear from the survey made by E.C.A. of the manpower requirements and the training facilities and possibilities in the African countries that an immediate organized effort should be made to help bridge the gap between supply and demand in the various categories and levels of manpower needed for the industrial development of the African developing nations ;

b) Training on the job offers the quickest and least expensive means for those skills and occupations suitable for this method of training, but fuller co-ordination of formal training facilities within plant should be sought to promote the full utilization of all existing training facilities in the preparation of all categories of skills and professions.

c) Accelerated training, retraining and upgrading of labour should have an important role in developing countries as this enables large members of workers to be made available quickly for specific jobs to make up for the shortage of skilled manpower for the present and for the immediate future ;

d) Planning for manpower requirements should be one of the main objectives in the development programmes of all African nations. Lack of skilled manpower has proved to be a limiting factor in development in most African developing countries ;

e) Training of technicians, instructors, supervisors and managerial staff should be planned at the regional and sub-regional levels, the location of specific specialized training institutions being selected and distributed among developing countries according to studies to be made by the specialized lized agencies of the U.N. ;

f) Special U.N. centres for the training of African national specialists in problems of industrial development should be organized and run by the U.N. in the African countries or groups of countries, with local development problems and projects as case studies ;

g) The establishment of a training institute for human resources development in Africa, including an adequate centre of documentation in all major African languages should be aimed at by the U.N. ;

h) Exchange of experiences, information and visits among African countries in the field of training and productivity should be organized and encouraged.

i) Co-operation among African countries should be expanded by making available techniques and systems arrived at and offering easy access to available training facilities and recruitment of the needed instructors and experts in the fields of training and productivity. Thus the African continent would make the most of its own possibilities before turning to outside sources ;

j) Expansion of available facilities in Africa for higher education and research should be studied ;

k) A special symposium on human resources development including training, education and productivity should be organized for the region of African.

FINANCING OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

22. The subject was tackled from two aspects : domestic financing and external financing. The secretariat stressed that domestic financing was not given the emphasis it deserved when countries came to consider the question of financing their industrial development schemes. Small-scale industies, for instance, would benefit considerably from domestic financing if the rate of domestic saving could be stepped up.

which the I.L.O. was executing agency under the U.N. Development Programme.

15. In the field of management development and productivity, the I.L.O. was undertaking several projects in different parts of the world. In Africa there were short-term projects in this field now in operation in Tunisia, Algeria, Ghana and Guinea, while long-term projects had been established in Sudan, Uganda, Tanzania and Kenya.

16. Long-term projects had also been drawn up by the Governments of Ethiopia, Zambia and Malawi with the assistance of I.L.O. In view of the extreme scarcity of entrepeneurial skills in Africa, all I.L.O. Management Deve- included special programmes for the promotion of African entrepreneurship, which constituted a keystone in the long-range economic development of the countries in Africa. The I.L.O. representative concluded by mentioning the international Centre for Advanced Technical and Vocational Training set up in Turin in 1965 with the co-operation of the Italian Government. When in full operation the Centre would cater for several thousand people. The programmes at this Centre have been designed for five distinct levels : skilled workers, foremen and supervisors, instructors, technicians and managers. In addition to the Italian Government some African countries, notably the Central African Republic, Libya, Madagascar, Morocco, Nigeria, Uganda and the U.A.R. had also made contributions towards the establishment of the Centre.

17. In the discussion it was pointed out that developing African countries did not have the time to go through all the stages of industrial development of the advanced countries nor could they afford merely to copy their standards of skills. Training should be specific and this would naturally lead to improvement of skills. Developing countries should plan their industrialization as if they were in a time of war. They should embark on crash programmes of development and relate their systems of education at all levels to the needs of the country.

18. Four criteria were suggested for developing countries : speed, quality, efficiency and proper organisation. If development programmes were phased, and the time-tables adhered to, making the best use of proper training media, speed would be achieved. High quality must be insisted upon from the beginning, otherwise poor standards would set in and manufactured articles could not hope to compete on the world market. Efficiency through the proper exchange of experience between school and life and between theory and practice must also be stressed and aimed at from the start. Efficiency should be the main criterion for selecting and placing personnel in jobs. Proper national vocational guidance should be established in order to mobilise effectively the national abilities along education levels and ladders of skills. Proper organisation would enable the realisation of the objectives which the nation had set itself. It was suggested that a special institute for the training ofhuman resources should be established, which should include a centre of documentation in all major languages of Africa. It was pointed out that while the difficulties of manpower and training could be depressing, comfort should be taken from the fact that even in the developed countries much of the training and skill had been acquired through on-the-job training. It was the industries themselves which had helped to develop skills rather than long processes of training schemes.

19. It was suggested also that too much attention tended to be given to capital and national resources in indusrtial programmes at capital and national resources in industrial programmes at the expense of manpower. Skilled labour shortage was the main bottleneck in the realisation of development programmes.

20. It was also pointed out that education could be geared to the needs of development. People could be taught to read and write through rural development programmes. Even the prim-

which can be used by evaluating agencies and educational and training institutions in developing countries. The preparation of a special volume for the service of African developing countries would be welcomed ;

g) The Symposium suggests the establishment of an African Institute for Industrial Promotion as a positive contribution of the U.N. in its efforts to promote industrial development ;

h) The Symposium suggests that a special seminar or symposium be organized at an inter-regional level to discuss the principles and factors involved in the choice of location for industrial projects and industrial complexes ;

i) To offset the present shortage of African personnel familiar with project evaluation, the African countries should pool whatever technical knowledge and practical experience they may have on the subject.

MANPOWER AND PLANNING.

10. In introducing the subject of manpower and planning, the secretariat pointed out that one of the limiting factors to accelerated economic growth was the lack of manpower, in the form of skilled workers and entrepreneurs. Developed countries like Japan and Germany had clearly demonstrated that their economic progress had been due more to improved skill and management than to availability of capital.

11. With a few exceptions the African countries have not been able to make adequate provision for trained technical and managerial personnel ; consequently they were obliged to rely on expatriate personnel in this respect. Apart from the high cost involved, this process of reliance of foreign manpower was not the answer to the shortage of manpower. It was estimated that by 1975 manpower requirements could be as follows :

Engineers and scientists	51,700
Technicians and foremen	111,900
Managerial staff	28,800
Skilled workers	1,722,000

12. These estimates could serve as a rough guide for re-evaluation of African training policies and strategies in the field of industry. It was necessary to make realistic manpower estimates based on :

a) comprehensive and phased national development plans ;

b) economic priorities and targets;

c) manpower surveys showing current supply and demand by skills and economic sectors and development trends and anticipated needs.

13. The secretariat concluded by stressing the need for positive steps to train workers at all levels, and urged that in the institutes of learning the dignity of labour should be emphasized.

14. The I.L.O representative dwelt mainly on the contribution of his organization to industrial development, particularly manpower. The I.L.O. was carrying out large-scale activities of a mainly operational character in regard to the training of manpower and to management development and productivity, which were vital to the success of a policy of industrialization. In 1962, I.L.O. operational activities covered 73 projects with 145 experts ; in 1964, 80 projects with 250 experts ; in 1965, over 100 projects involving more than 500 experts. In Africa many countries benefit from the I.L.O. training schemes. In the U.A.R., the Government with the help of I.L.O. had established an Instructor Training Institute in Cairo, which prepared the instructors required by a large number of highly specialised vocational training centres where some 80 separate occupations were being taught over a period ranging from a few months to three years. In Nigeria, some 400 instructors and about 1500 foremen and supervisors were being trained under a national training scheme for

volume referring to specific factors of interest to African developing countries.

7. It was considered that since final decisions on the relative priorities of industrial projects in developing countries were mainly a matter of policy decisions in each country, the U.N. should speed up the formation of training workshops on Industrial Project Evaluation to form a nucleus of national experts in this field.

8. The representative of the African Development Bank pointed out that so far as project evaluation was concerned it would be advisable to arrange for the African countries, according to appropriate methods to be determined, to pool their human resources and experience in the field of industrialization, since any individual African country would have difficulty in undertaking the necessary studies alone, and therefore has to resort to foreign study bureaux, the independence and sincerity of which must later be verified — something which very few African countries can do on their own account. By pooling their resources from the studies standpoint, the African countries as a body would then have the possibilities and experience in most fields of industry to be able, if not to carry out all the necessary studies themselves, at least to undertake some of them and to keep a serious check on studies being carried out on their behalf by study bureaux located outside Africa.

9. The following conclusions were reached:

a) The overriding need is for a great intensification, with U.N. and other assistance, in the number of industrial projects for which detailed feasibility and engineering studies as to their soundness can be undertaken. The other conclusions should be taken within this context ;

b) Since an industrial project can only be considered as a part of the industrial development programme of a country, which latter is in itself a part of the general plan for the country's economic development, an industrial project should, therefore, be evaluated within the framework of the general strategy of industrial development. A project report should point out how the proposed project fits in with the broad national objectives and the development programme of the country ;

c) Commercial profitability alone is not a sufficient criterion in developing countries seeking accelerated industrial development. National economic profitability occupies a central place in various considerations applied in appraising industrial projects. The introduction of the measurement of national economic profitability will be a major advance in improving evaluationg practices in developing countries. Examinations of commercial profitability, however, also have an important role to play ;

d) The follow-up of approved projects in developing countries has been impeded by difficulties in the execution of projects in the form of delays in the planning time-schedule or overruns in costs. Follow-up should, therefore, be made through continuous re-appraisal of the project in the course of implementation and full use be made of the feed-back information made available through the process of follow-up. The use of network theory including critical path method in planning, implementation, construction and follow-up of industrial projects should be further explored ;

e) The U.N. is called upon to speed up the organization of training workshops at national and multi-national levels to help train a nucleus of local personnel who can apply improved practices and procedures in evaluating industrial projects. The widening of the scope of activity of the Institute at Dakar to cover evaluation problems should be considered ;

f) The U.N. is also requested to prepare a manual on industrial project evaluation

REPORT OF COMMITTEE I

INDUSTRIAL PROGRAMMING AND PROJECT EVALUATION.

1. In an introductory statement the secretariat underlined project evaluation as an essential link between an industrial plan and the individual project. Before the financing body could accept an industrial project it must satisfy itself that it would be a paying proposition. Four approaches to programme evaluation had been recognised as a result of the Inter- Regional Symposium on Industrial Project Evaluation held in Prague in 1965.

2. The first of these was the workshop approach, whereby officials and others designated by their respective governments could obtain training in project evaluation or in the identification of investment opportunities, the selection by comparison of projects submitted, the evaluation of projects in the framework of national plans, etc. The second approach consisted in the establishment of permanent machinery for industrial evaluation. Examples of this could be found in the industrial research and studies centres now being developed in Tripoli (Libya) for the Maghreb countries, and on a national basis in Tunisia. The third approach, in operation in Tanzania, consisted in putting a group of project evaluation experts at the disposal of the Government. The fourth approach which would be studied further, it was hoped, at the projected World Symposium on Industrial Development, consisted in viewing an industrial project against a world background as regards raw materials, markets, capital, to determine whether or not it would be a viable proposition.

3. It was requested that in view of the far reaching recommendations of the Prague Symposium on project evaluation and its relevance to the present Symposium, the secretariat of the ECA should see to it that these recommendations were made available to the delegates. Another recommendation of the Prague Meeting which received attention was that regarding the holding of another inter-regional symposium to consider the location of industries, whether sub-regional, multi-national or at the national level. It was hoped that such a conference would take place some time in 1967.

4. It was suggested that owing to the limited resources of many African countries it would not be possible for all of them to have their own programme evaluation centres. A way out would be to expand an already existing training centre like the Dakar Institute to incorporate project evaluation in its programme of courses. Thought should also be given to the establishment of project evaluation centres either at regional or sub-regional levels, so that countries which could not afford centres of their own could benefit from the regional, sub-regional or multi-national ones.

5. It was emphasized that special importance should be given to the national profitability factor as compared with the commercial profitability in the process of evaluation of industrial projects in developing countries.

6. It was suggested to endorse the recommendation of the inter-regional symposium held in October 1965 in Prague concerning the establishment by the U.N. of a Manual on Project Evaluation, preferably with a separate

SYMPOSIUM ON INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN AFRICA

(Cairo, 27 January – 10 February, 1966)

FINAL REPORTS OF THE COMMITTEES AND PLENARY SESSIONS.

EDITING COMMITTEE

INFORMATION

- The editors welcome for puplication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.

- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.

- Any material intended for publication must be sent to the Secretarial at the address of the Egineering Society at Cairo.

... ... **SUBSCRIPTIONS** ... ...

All members of the Engineering Society at Cairoare ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T.60 per annum.

Subscription for others P·T.200 per annum.

... ... **HEAD OFFICE** ... ...

Egyptian Society of Engineers,
28. Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106

ADVERTISEMENTS

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

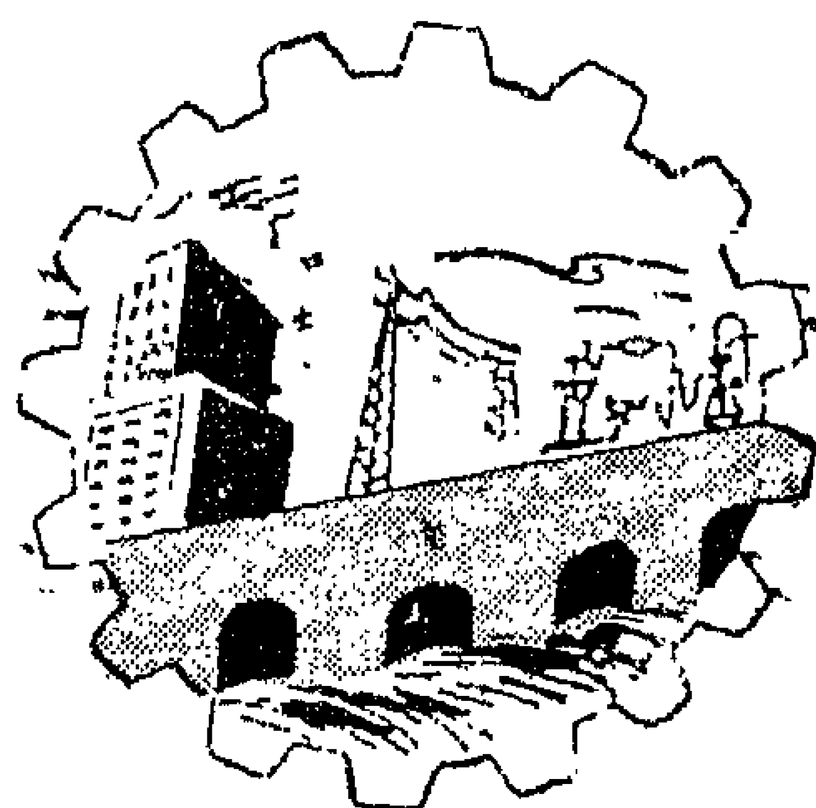
QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS
ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS — U.A.R., CAIRO
Vol. IV — No. 3 — July - Aug. - Sept. 1965

CONTENTS

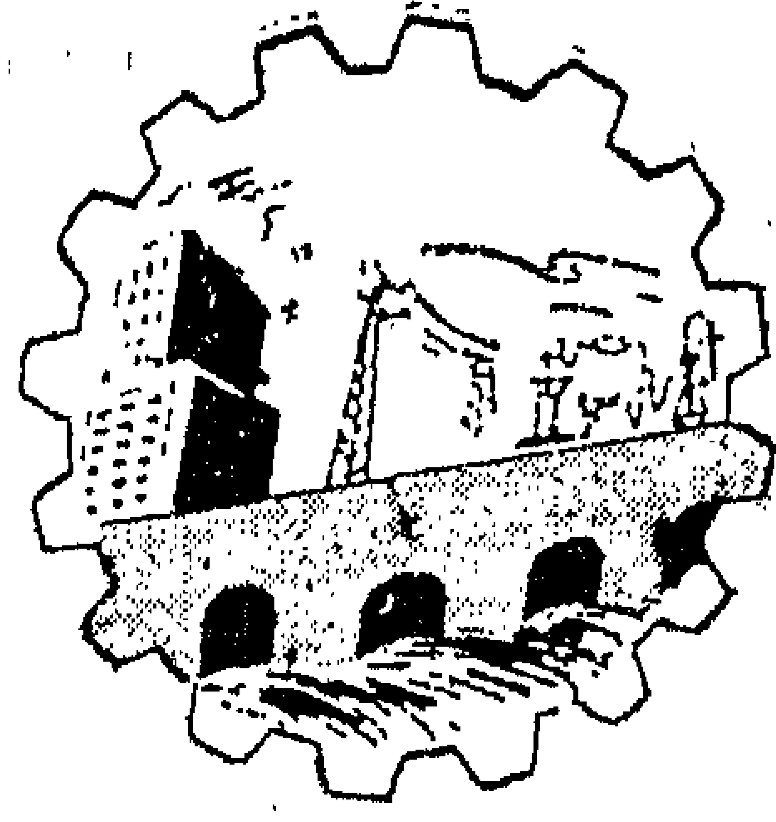
ENGLISH SECTION

القسم العربى



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U. A. R.

July - Aug. - Sep. - 1966
VOL. IV
No. 3



مجلة
جمعية المهندسين
المصرية

العدد الرابع   المجلد الخامس   اكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٦٦

مجــلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية ــ تصدرها كل ثلاثه شهور جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السـنة الخامسة | العدد الرابع | اكتوبر ــ نوفمبر ــ ديسمبر ١٩٦٦

محتويات العدد

القسم العربى

القسم الانجليزى

بيانات :

مقر المجلة :

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٢١٠٦

الاشتراكات:

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوى

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	ص ٦٠	ص ٢٠٠

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية . أى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر وتعبر عن رأى كاتبها فقط

الإعلانات
مؤسسة مصر للطباعة والنشر
القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٧٢١٩٢

تحديد مقاومة السير لعربات السكك الحديدية لبحث ديناميكية منطقة القمة

للمؤلفان

دكتور مهندس/ محمد الهوارى
محاضر بكلية الهندسة
جامعة القاهرة

دكتور مهندس/ ج . جايارى
مدير معهد التصميم والتخطيط بسكك
حديد جمهورية المجر الشعبية

الفهـــرس :

الجزء الأول

يهدف البحث الى تحديد مقـاومات السـير اللازمة لبحث ديناميكيـة القمة بمحطات الفرز والتستيف ، وفى الجزء الأول يبدأ المؤلفان بتلخيص اهم الأبحاث التى أجريت فى هذا الموضوع ، ثم ينتقلان الى شرح طريقة مبسطة عملية لقيـاس مقاومات السير وذلك باستعمال أجهـزة قياس للزمن الكترونية وأجهزة أخرى ، ثم يبين المؤلفان بعد ذلك مدى تأثير الخطأ المحتمل فى المقـادير المقاسـة على دقة مقاومات السير والهواء المحسوبة منها . أما فى الجزء الثانى من البحث والذى سوف ينشر فى العدد القادم فسوف يبين طريقه اكتشاف الغلط الذى حدث اثناء القياس بغرض حذفه ، ثم تقيم النتائج مرة حسب درجات الحرارة وأخرى حسب أوزان المحاور ، وينتهى البحث بعرض طريقـة مبتكرة لاختيار مقاومات السير المناسـب لبحث ديناميكية القمة معتمدة على الدرجة المطلوبة لكفاءة تشـغيل القمة وذلك بتطبيق نظريات الاحتمال على منطقة التفريعات فى بداية مجموعة الفرز .

البند الأول : الاختصاصات :

ل	متراً	طول
هـ	متراً	ارتفاع
ح	م٢	مسطح القطاع العرضى لصندوق العربة
و	طناً	وزن العربة
ك	طن.ث٢/متر	الكتلة
σ	—	معامل اعتبار طاقة حركة الدوران للمحاور
ق	كجم	وزن العجلة
ق٢	كجم	وزن المحور
ت	ثانية	الزمن
س	م/ث	السرعة
حـ	م/ث٢	عجلة الجاذبية
حَ	م/ث٢	عجلة الجاذبية المختصرة وذلك للأخذ فى الاعتبار طاقة حركة دوران المحاور
م س	كجم/طن	مقاومة السير النوعية
م د	كجم/طن	جزء من مقاومة السير الناتج عن الاحتكاك بين المحور وكمرة الفخذ
م س + هـ	كجم/طن	مقاومة السير والهواء النوعية
م هـ	كجم/طن	مقاومة الهواء النوعية
μ		معامل الاحتكاك
م ل		الميل (+) هبوط ، (—) صعود
△		الخطأ المحتمل الأقصى
ع	م/ث٢	العجلة ، (+) تزايديه (—) تناقصية
س	مم	القطر

البند الثانى : مقدمة :

يفهم تحت مقاومة السير تلك المقاومات التى تنشأ عند مسير عربة بين العجلات والقضبان وكذلك تلك التى تنشأ بين المحاور وكمرات الفخذ فى صناديق الدناجل .

والمجموعة الأولى من المقاومات بين العجلات والقضبان تتوقف إلى درجة كبيرة على شكل حافة سير كل من القضبان والعجلات . والمقاومات التى يسببها الانضغاط بين أسطح تلامس العجلات مع القضبان والتى تمكن العجلات من الدوران تمثل الجزء الأكبر من هذه المجموعة [١]* . ويتبع أيضاً هذه المجموعة المقاومات الناشئة عن انزلاق المحور على القضبان والتى يسببها عدم تساوى محيط دوران العجلتين ، وكذلك المقاومات الناشئة عن طراز السكة ومدى تأثرها أثناء المسير ، وكمثال لذلك تلك المقاومات التى تنشأ عن التغييرات فى شكل محور القضيب فى الاتجاه الطولى فى حدود مرونته ، والتى لها علاقة بكل من مقاسات قطاع القضيب ، تقسيط الفلنكات ، سمك مادة التزليط تحت الفلنكات ، ونوع أساس السكة .

وكذلك تعتبر ضمن المجموعة الأولى تلك المقاومات التى تنشأ عن الصدمات عند الوصلات وعدم استواء سطح القضبان ، والاهتزازات على المحاور .

ومقاومات المجموعة الثانية والتى تنشأ فى صندوق الدنجل تتوقف على معامل الاحتكاك μد بين المحور وكمرة الفخذ شكل (١) .

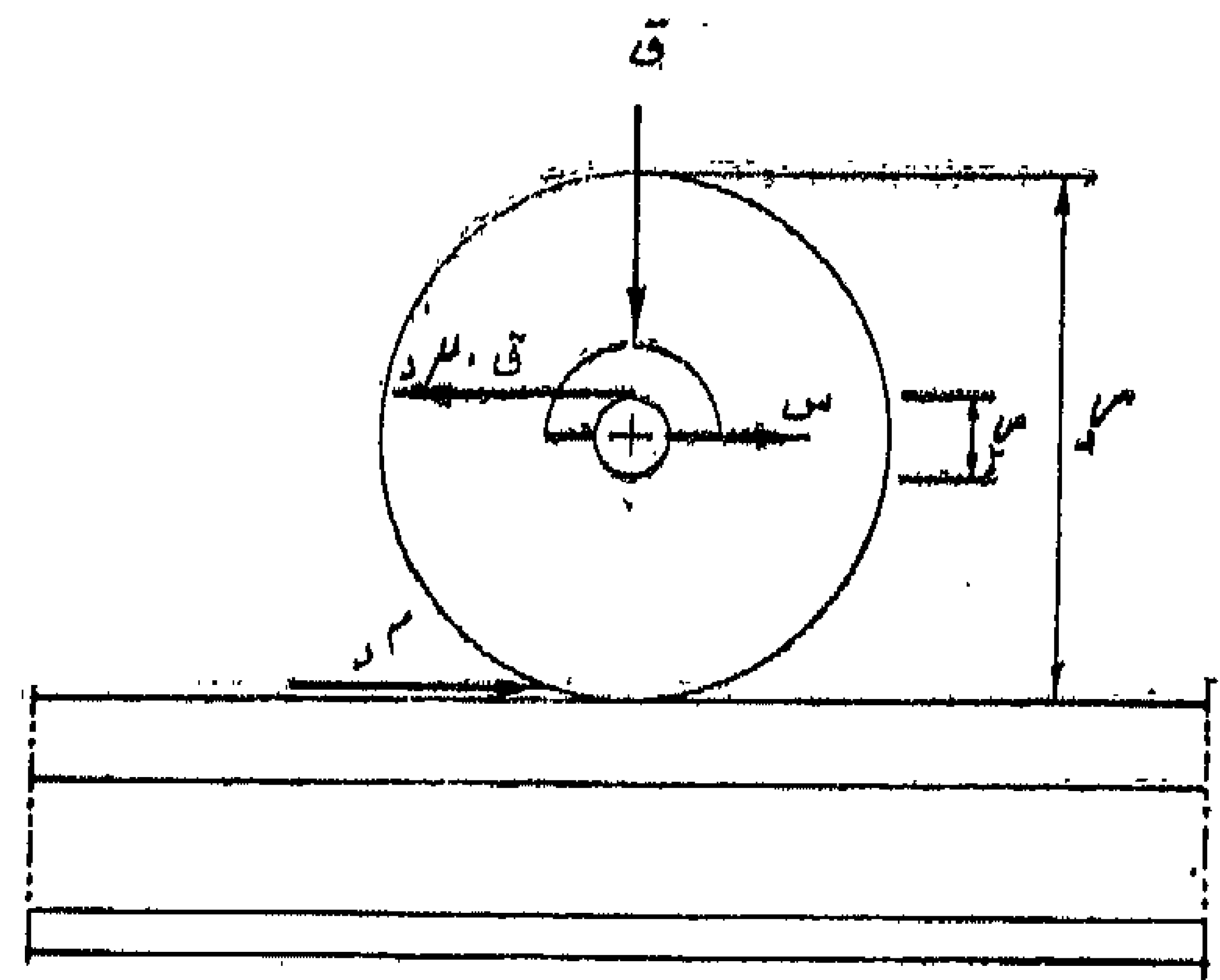
فاذا رمزنا للمقاومة الناشئة عن الاحتكاك بين المحور وكمرة الفخذ بالرمز م د (كجم/طن) ، والضغط بين كمرة الفخذ والمحور بالرمز ق (كجم)

* الارقام بين الاقواس المربعة تبين رقم المرجع المعطى فى آخر المقالة .

وقطر المحور بالرمز ر١ (مم) وقطر الدوران على سطح القضيب بالرمز رد (مم) ، فانه يصبح :

$$ق \cdot م_د \cdot \frac{ر_د}{٢} = ق \cdot \mu_د \cdot \frac{ر_١}{٢}$$

$$\therefore \; م_د = \frac{ر_١}{ر_د} \cdot \mu_د$$



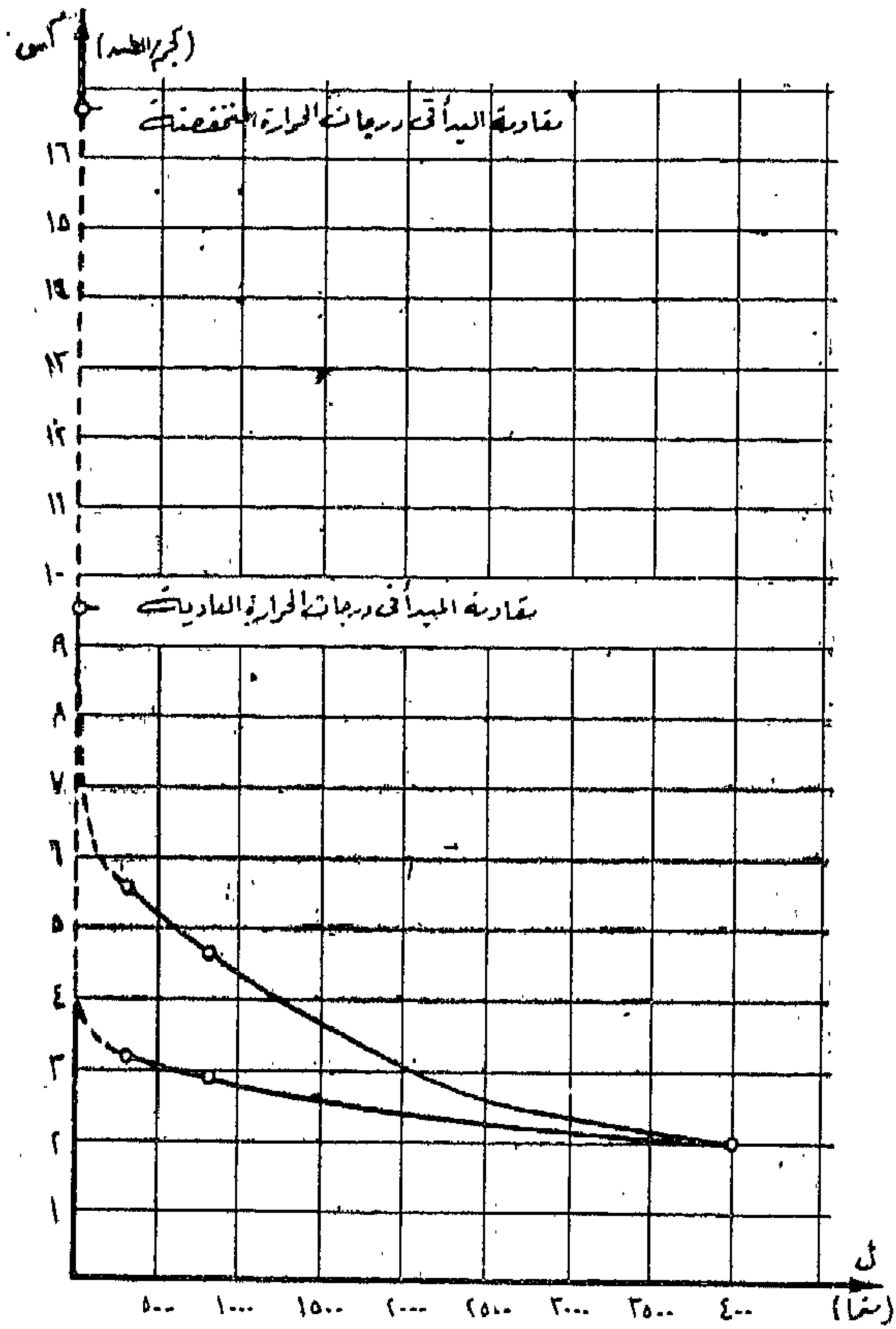
شكل (١) : العلاقة بين مد ، μ د ($م_د = \mu_د \cdot \frac{ر_١}{ر_د}$)

ومعامل الاحتكاك μد عند المحور يتوقف على مؤثرات كثيرة منها :

طراز ارتكاز المحور على كمرة الفخذ المسافة المقطوعة والفترة الزمنية المستغرقة من لحظة الوقوف ، درجة الحرارة ، نوع التشحيم بصندوق الدنجل ، سرعة السير ، ووزن العجلة .

ولقد فرض Gottschalk عام ١٩٣٦ [٢] ، كما هو موضح بالشكل (٢) أن المقاومة الكلية للسير مس تهبط بعد قطع مسافة ٤٠٠٠م سواء فى درجات الحرارة العادية والمنخفضة إلى حوالى ٢ كجم/طن وتثبت على هذه القيمة .

وقد أجريت فى نفس العام بواسطة Mueller [٣] تجارب بغرض تحديد الجزء مد من مقاومة السير وذلك فى حالة السرعات القليلة ، والارتكاز المباشر لكمرة الفخذ على المحور وقد درس كذلك

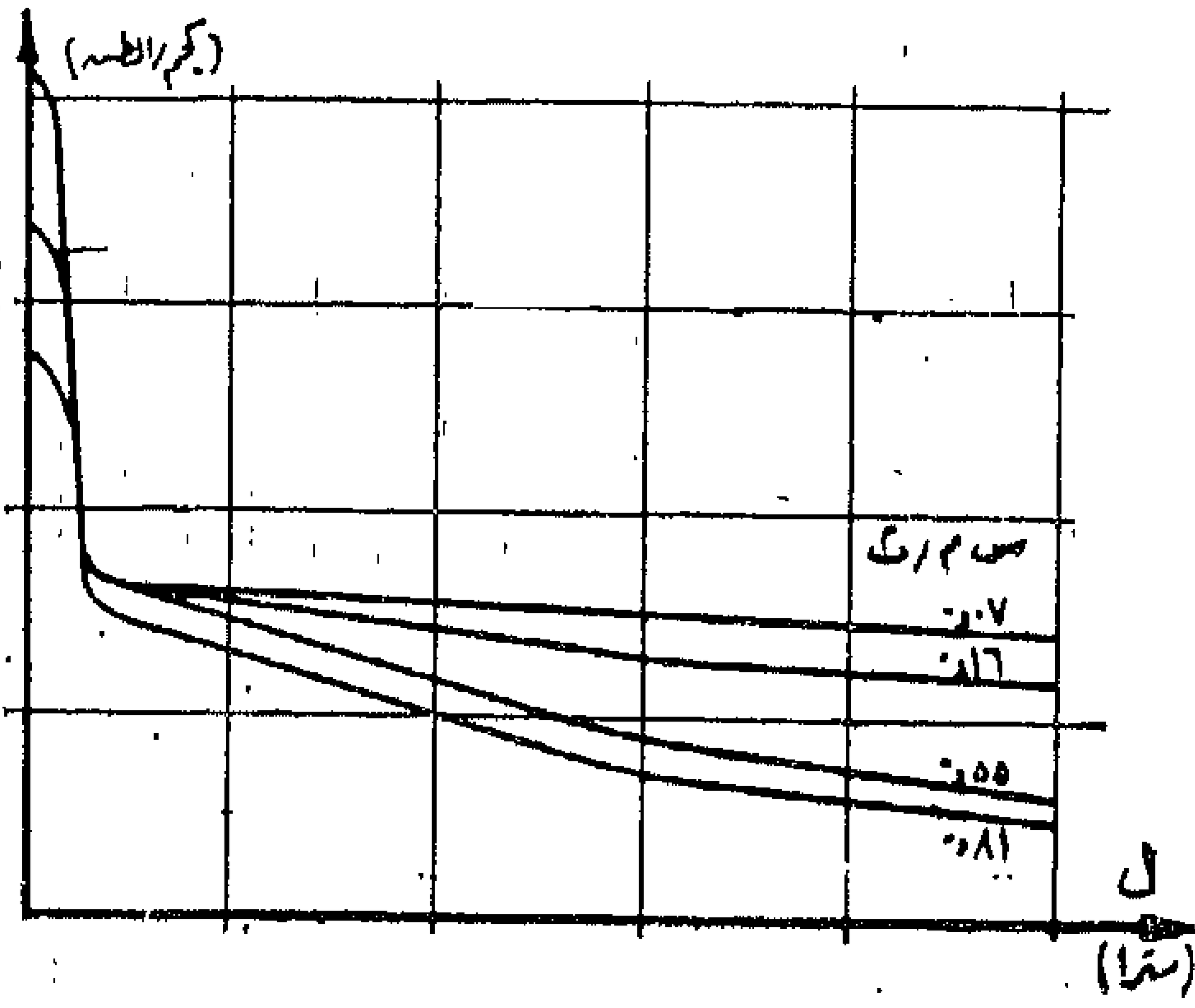


شكل (٢) هبوط مقاومة السير بالنسبة للمسافة المقطوعة
(فرض Gottschalk)

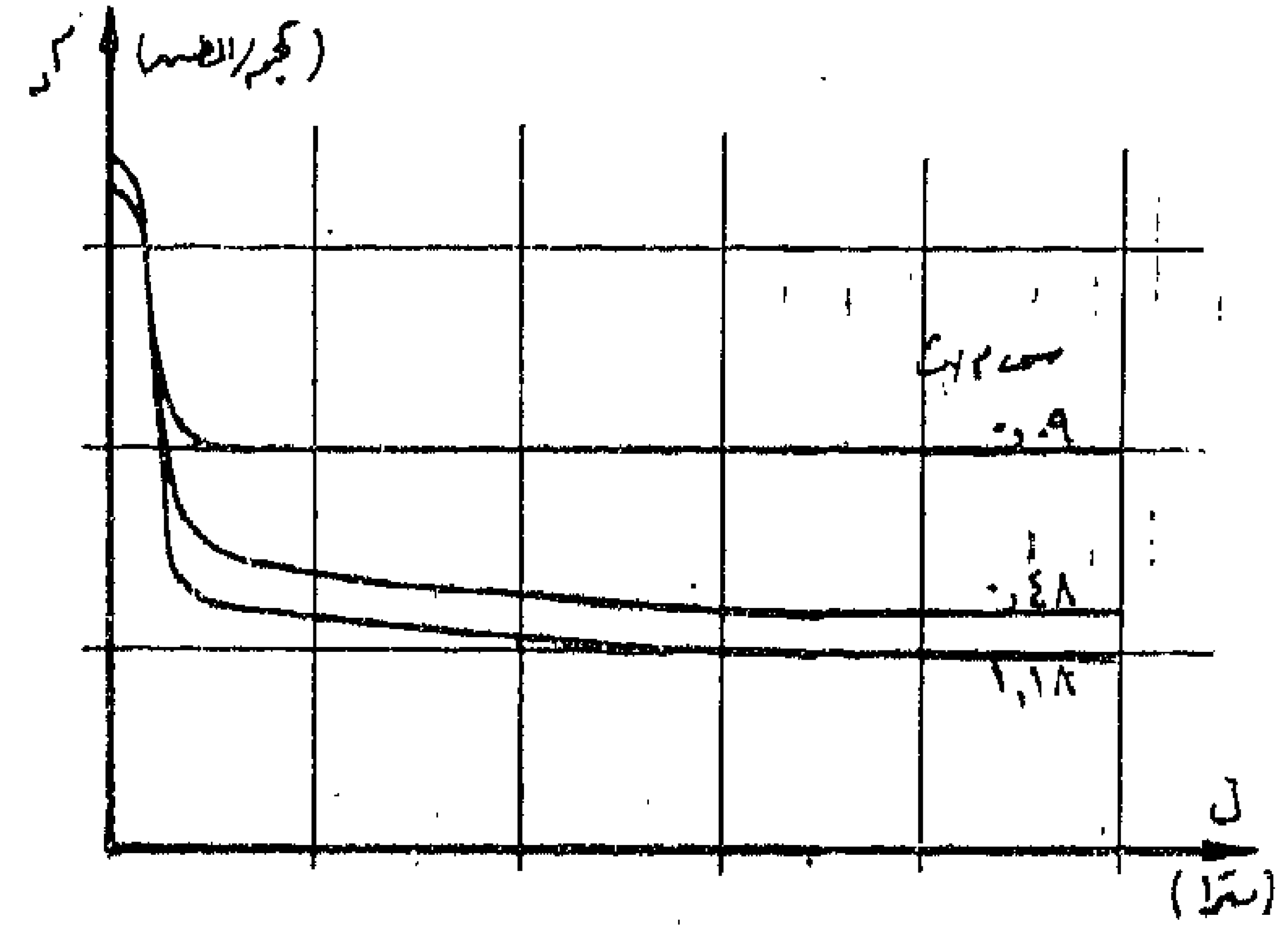
تأثير تغيير كل من وزن العجلة ق والمسافة المقطوعة ل والسرعة س على المقدار مد . ونتائج تجاربه معطاه فى شكل (٣) .

وبناء على هذه النتائج المعملية يمكن استنباط التالى :

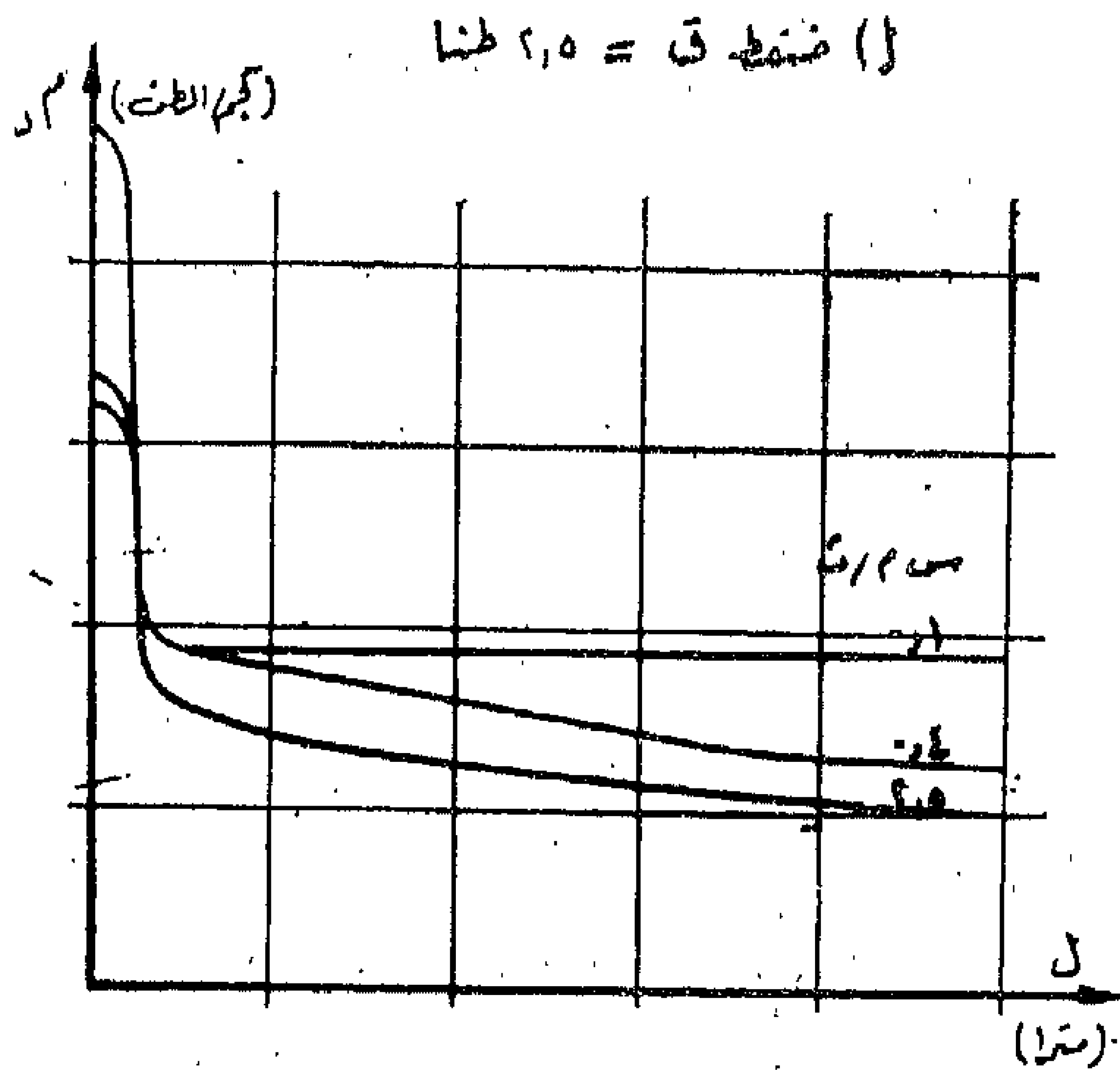
(ا) قيمة المقاومة مد تكبر بدرجة كبيرة فى حالة ارتكاز كمرات الفخذ على المحاور مباشرة بعد فترة وقوف قصيرة للعربة ، حيث أن مادة التشحيم بصندوق الدنجل تصبح فى حالة تجلد . وحسب هذه التجارب تبلغ قيمة هذه المقاومة من ١٣ ـــ ٢٤ كجم/طن . غير أن هذه القيمة العالية تتواجد فقط على مسافة قصيرة من بدأ التحرك ، وتهبط فجأة بعد قطع مسافة ١٠ مترا تقريباً إلى المقاومات العادية الناشئة عن الاحتكاك



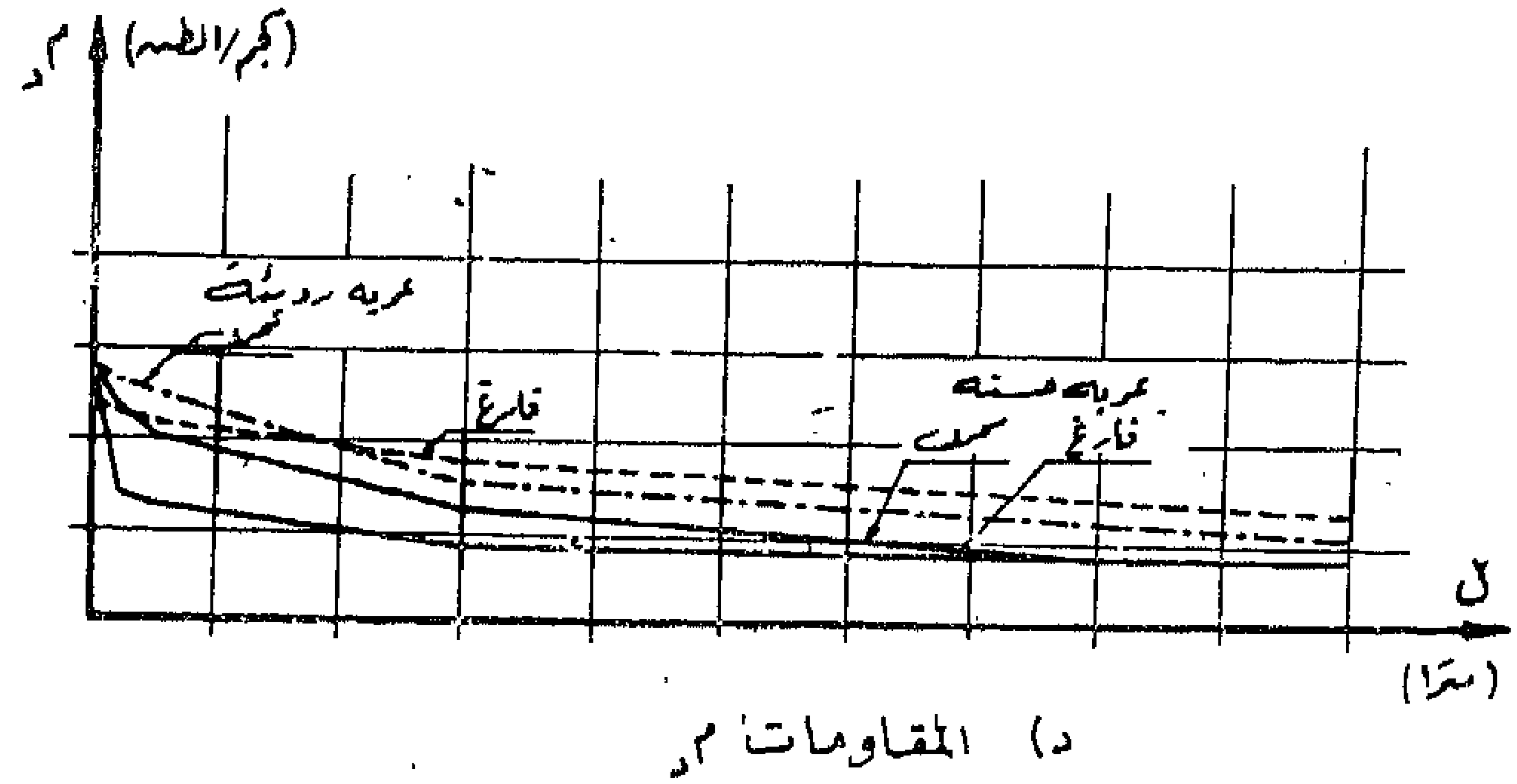
أ) ضغط ق = ٢,٥ طنا



هـ) ضغط ق = ٧,٥ طنا



ب) ضغط ق = ٥ طنا



د) المقاومات م د

شكل (٣) نتائج تجارب *Mueller* لتحديد الجزء من مقاومة السير الذى له علاقة بالاحتكاك بصندوق الدنجل

(ب) تتغير هذه المقاومة تبعاً للوزن ق الواقع على العجلة

(ج) تتغير هذه المقاومة بدرجة كبيرة مع السرعة وذلك فى حالة السرعات القليلة .

وقد أجرى Garbers تجارب بقصد تحديد معامل الاحتكاك μد ومدى علاقته بكل من سرعة المسير وطراز ارتكاز كرة الفخذ على المحور [٤] . ونتائج هذه التجارب معطاه فى شكل (٤) .

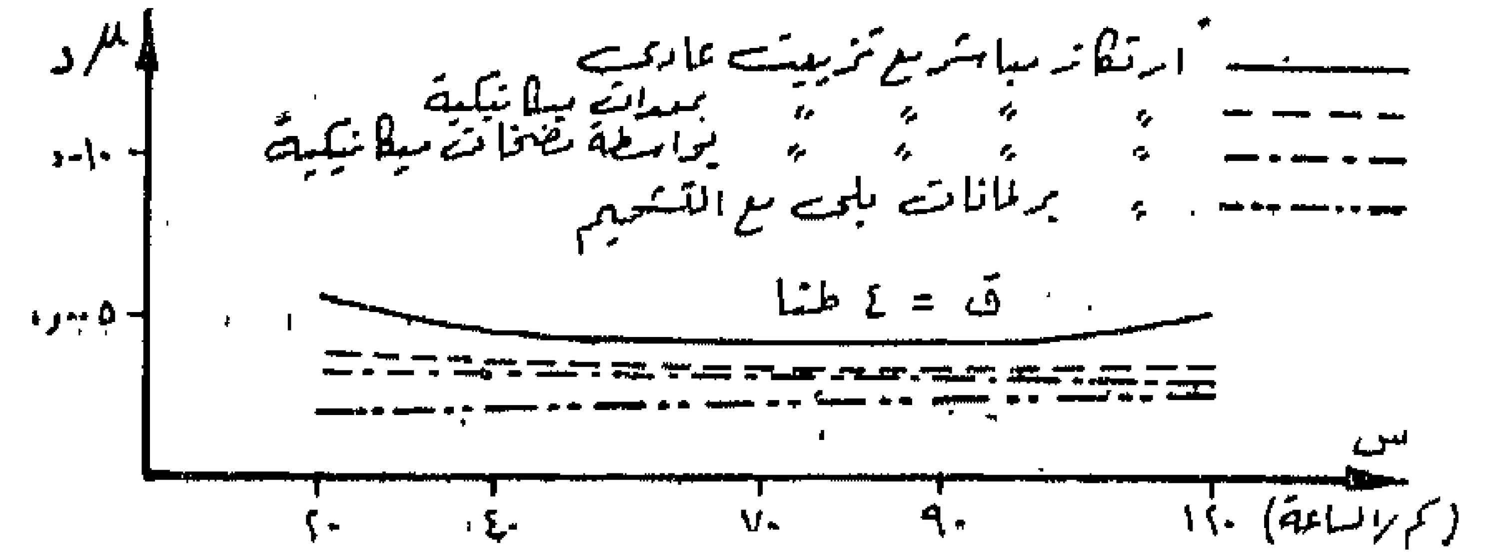
من هذه الأشكال يمكن استنتاج التالى :

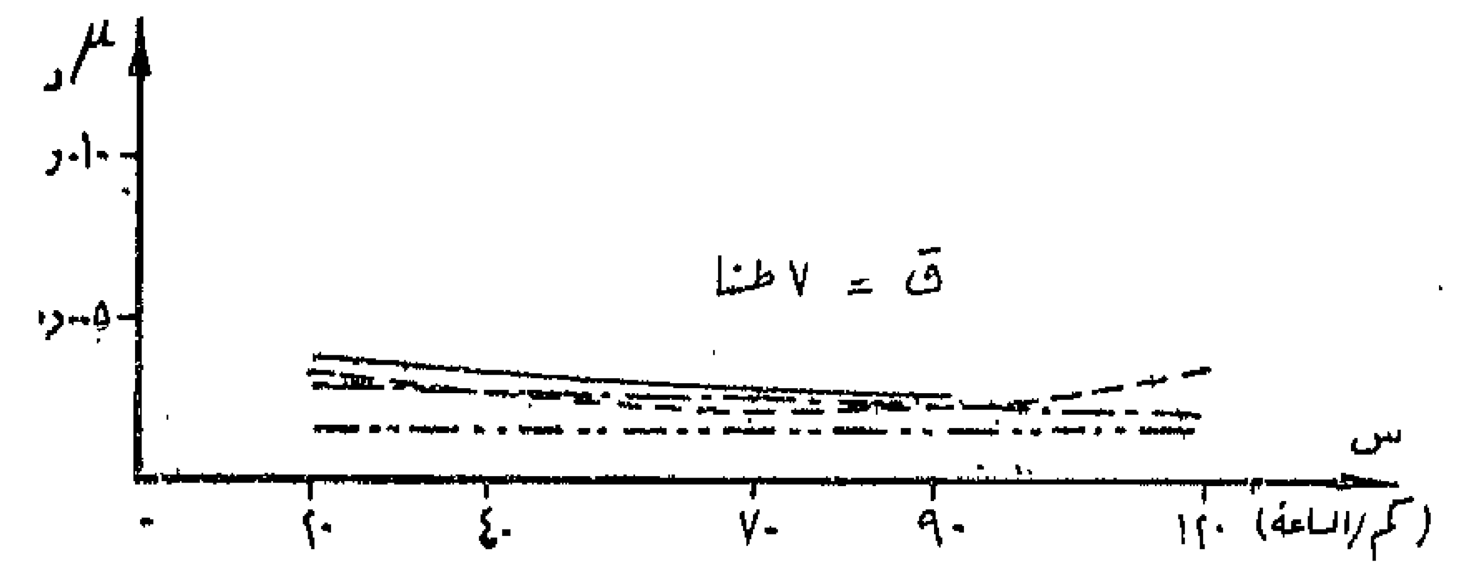
(ا) تتوقف مقاومة الاحتكاك بدرجة كبيرة على طراز الارتكاز بصندوق الدنجل

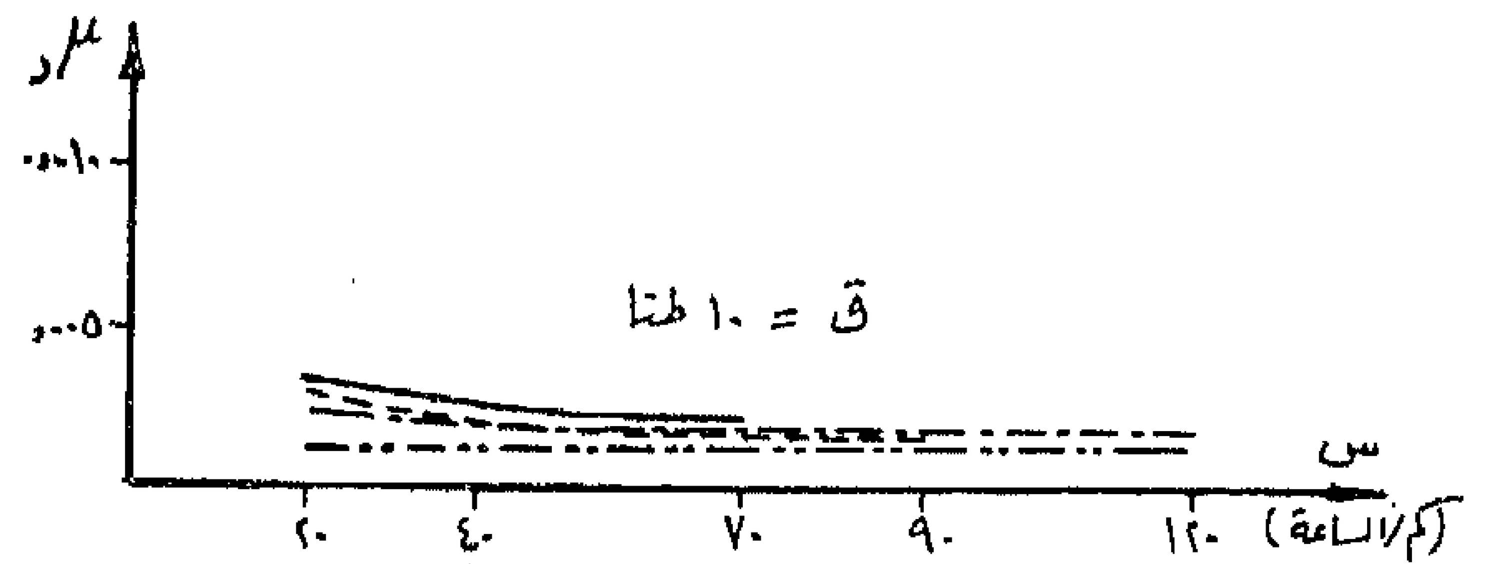
(ب) تهبط مقاومة الاحتكاك مع زيادة السرعة

(ج) عند السرعات الكبيرة تتغير مقاومة الاحتكاك بدرجة قليلة مع السرعة .

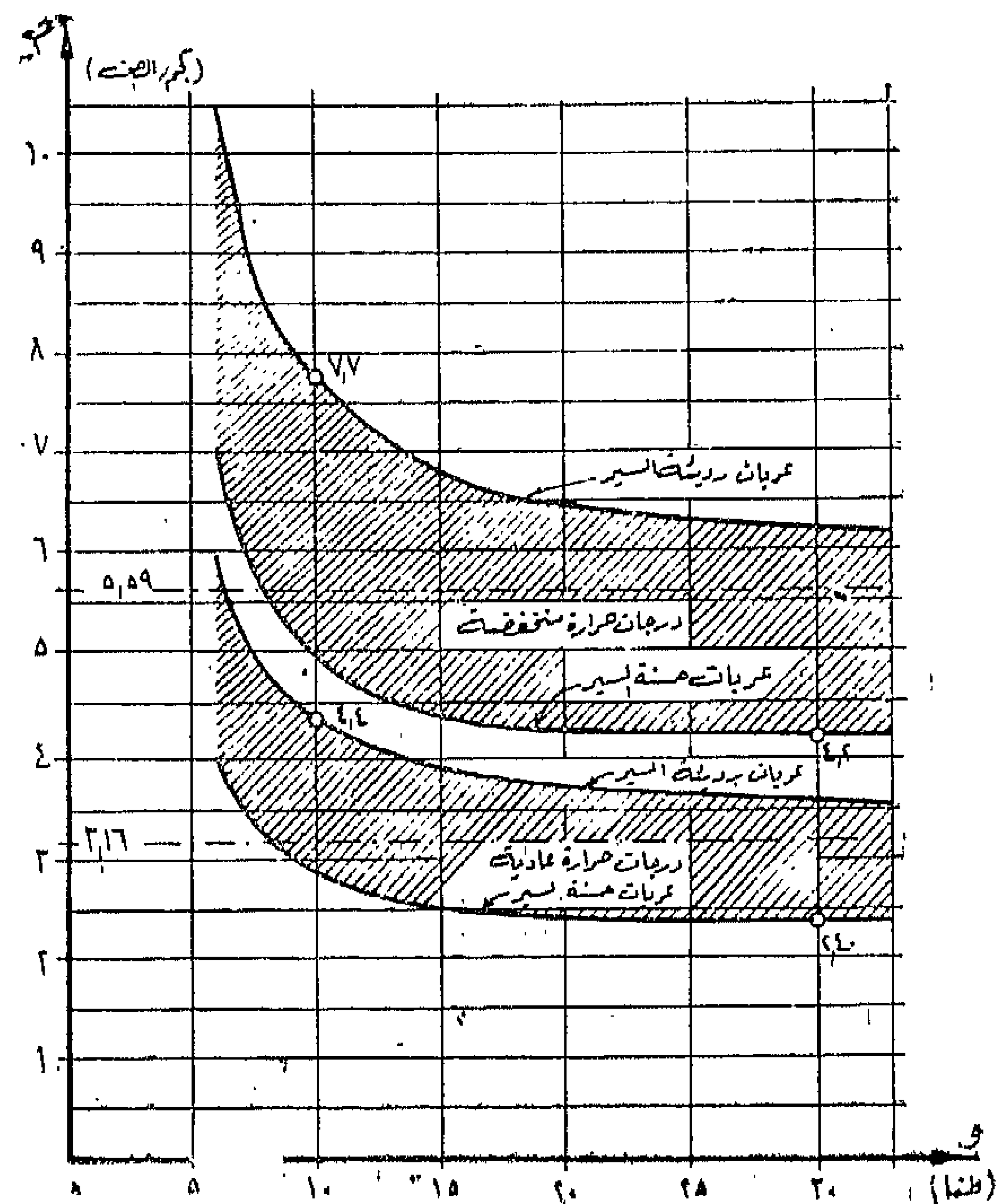
وتجارب كل من Garbers and Mueller تبين كيفية تأثير المعاملات المختلفة على مقاومة الاحتكاك والتى تمثل جزءا كبيراً من مقاومة السير ، غير أن تجاربهم لاتعطى نتائج قاطعة لمقاومات السير التى تفرض عند بحث ديناميكية القمة . وفى ملحق تقرير لجنة الخبراء الألمان لأعمال الفرز والتستيف [٥] معطى قيم لمقاومات السير لبحث ديناميكية منطقة القمة ، والتى استنتجت عن طريق قياسات أجريت عام ١٩٢٨ ، ١٩٢٩ بمركز أبحاث المانيا النازية ببرلين وقد أخذ فى الاعتبار عند تقييم نتائج هذه القياسات القيم التى كانت تستخدم قبل هذا التاريخ







شكل (٤) معاملات الاحتكاك $\mu_د$ وعلاقتها بكل من السرعة وطراز إرتكاز كمرة الفخد على المحور (م = $\frac{م}{ر}$ $\mu_د$)



شكل (٥) : مقاومات السير بمنطقة القمة حسب تقييم القياسات الالمانية عام ١٩٢٨ ، ١٩٢٩

وقيم مقاومات السير هذه والمبينة فى شكل (٥) تناظر مجموعة عربات البضاعة التى تتملكها المانيا النازية فى ذلك الوقت .

وقد أكد Gottschalk فى مقال له [٢] بعد قياسات أجراها صحة القيم السابقة . غير أنه قد ذكر أن القيم الفعلية لمقاومات السير المقاسة تتذبذب بدرجة كبيرة إلى أعلا وإلى أسفل . وذكر كذلك أن الجهاز الذى استعمله للقياس ليس خالياً تماماً من الأخطاء وأنه يجب أن يؤخذ فى الاعتبار خطأ قدره ١٠٪ للقيم المعطاه .

وقد أجرى معهد الأبحاث العلمى السوفيتى لسكك الحديدية NIIShT تجارب عام ١٩٣٦ ــ ١٩٣٧ [٦] وتتبين نتائجها فى شكل (٦) ــ وهذه المقاومات لدرجة حرارة أعلا من صفر م°.

من هذه التجارب أمكن استنتاج أنه فى حالة العربة ذات الطراز الواحد فان مقاومة السير النوعية تهبط مع ازدياد وزن العربة . ويتزايد هذا الهبوط فى درجات الحرارة أقل من صفر°م عنه فى درجات الحرارة أكبر من صفر°م كما هو واضح من شكل (٧) . وإذا ما قرأت مقاومة السير النوعية للعربة ذات المحورين وأخرى ذات الأربعة محاور من النتائج الموضحة بالشكل (٧) وبوبت حسب ما هو معطى فى جدول رقم (١) ، فانه يتضح أن العربة ذات المحورين وبالتالى ذات الأربعة محاور وخصوصاً فى درجات الحرارة العادية لهما تقريباً نفس مقاومة السير إذا ماكان وزن المحور لكليهما متساوياً .

وعليه فانه يمكن استنتاج أنه ليس من الضرورى تقيم مقاومات السير حسب عدد المحاور وخصوصاً فى البلاد ذات الطقس المعتدل .

أكبر من ٦ | ٦ - ٤ | ٤ - ٢ | ٢ - ٠,٥ كجم/الطن

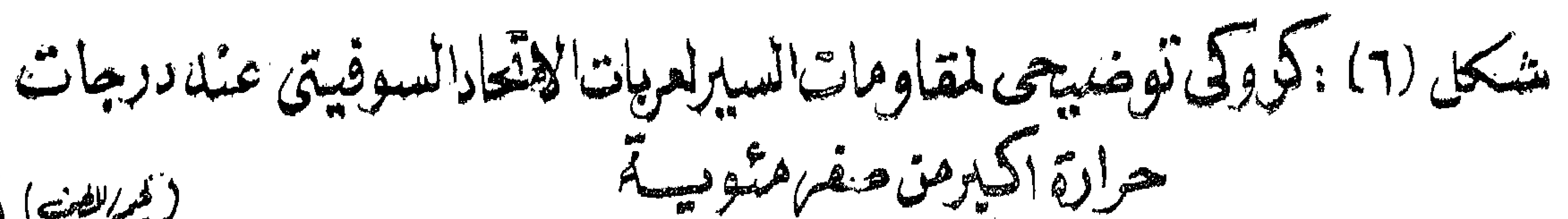
عدد العربات ٪ | ١٤,٢ | ٣٨,٣ | ٣٦,٥ | ١١

عربات ذات محورين

أكبر من ٦ | ٦ - ٤ | ٤ - ٢ | ٢ - ٠,٥ كجم/الطن

عدد العربات ٪

عربات ذات أربعة محاور



شكل (٦) : كروكي توضيحي لمقاومات السير لعربات الاتحاد السوفيتي عند درجات حرارة أكبر من صفر مئوية



شكل (٧) : العلاقة بين مقاومات السير ووزن العربات حسب قياسات سوفيتية

جدول (١) : مقاومات السير حسب عدد محاور العربة لأوزان محور مختلفة حسب قياسات سوفيتية

وزن المحور (طنا)	مقاومة السير (كجم/طن) للعربة ذات					
	٤ محاور	٢ محور	٤ محاور	٢ محور	٤ محاور	٢ محور
	- ٢٠°م		صفر°م		+ ٢٠°م	
١٠	٦,٥	٦,٠	٤,٠	٣,٧	٢,٥	٢,٥
٩	٦,٦	٦,٤	٤,١	٣,٩	٢,٦	٢,٦
٨	٦,٨	٦,٨	٤,٤	٤,٣	٢,٧	٢,٨
٧	٧,٣	٧,١	٤,٦	٤,٥	٢,٨	٢,٩
٦	٧,٧	٧,٥	٤,٩	٤,٨	٣,١	٣,١

وفى عام ١٩٥٦ ذكر Grassmann ، فى مجال عمل مواصفة جديدة لألمانيا الفيدرالية لإنشاء محطات الفرز والتستيف ، ضرورة أجراء قياسات جديدة لتحديد مقاومات السير ، وقد وضع الأساس النظرى لقياسات دقيقة [٧] وذلك بالاستعانة بأجهزة الكترونية لقياس الزمن . وقد أجريت هذه القياسات وقيمت بواسطة Delvendal فى مركز الأبحاث بمدينة Minden [٨] ونتائج هذه القياسات تتضح من شكل (٨) .

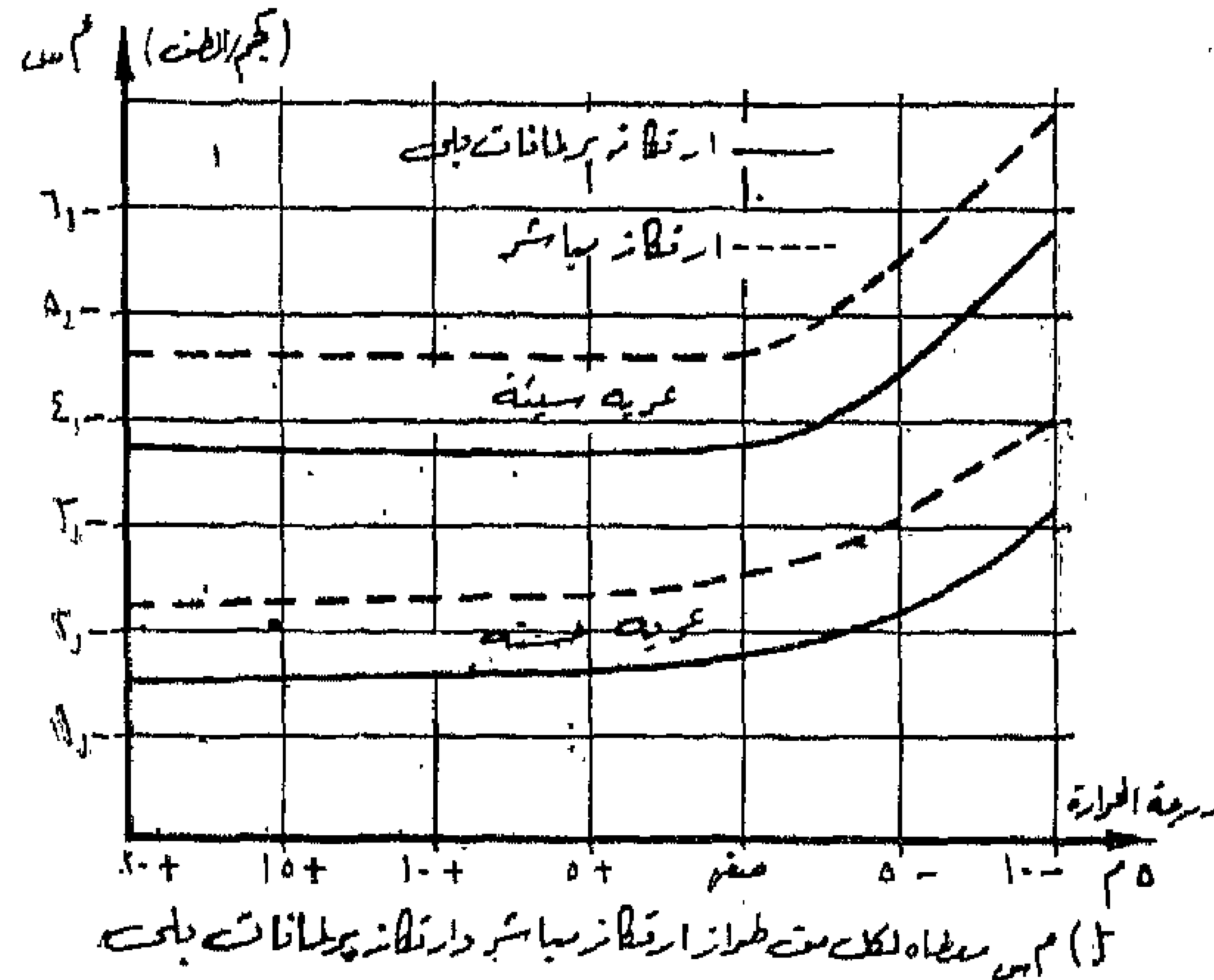
وقد استخدم Delvendahl اقتراح Gottschalk [٢] الخاص بتحديد معنى مقاومة سير عربة حسنة وبالتالى عربة رديئة وذلك كأساس لتقييم نتائج قياساته .

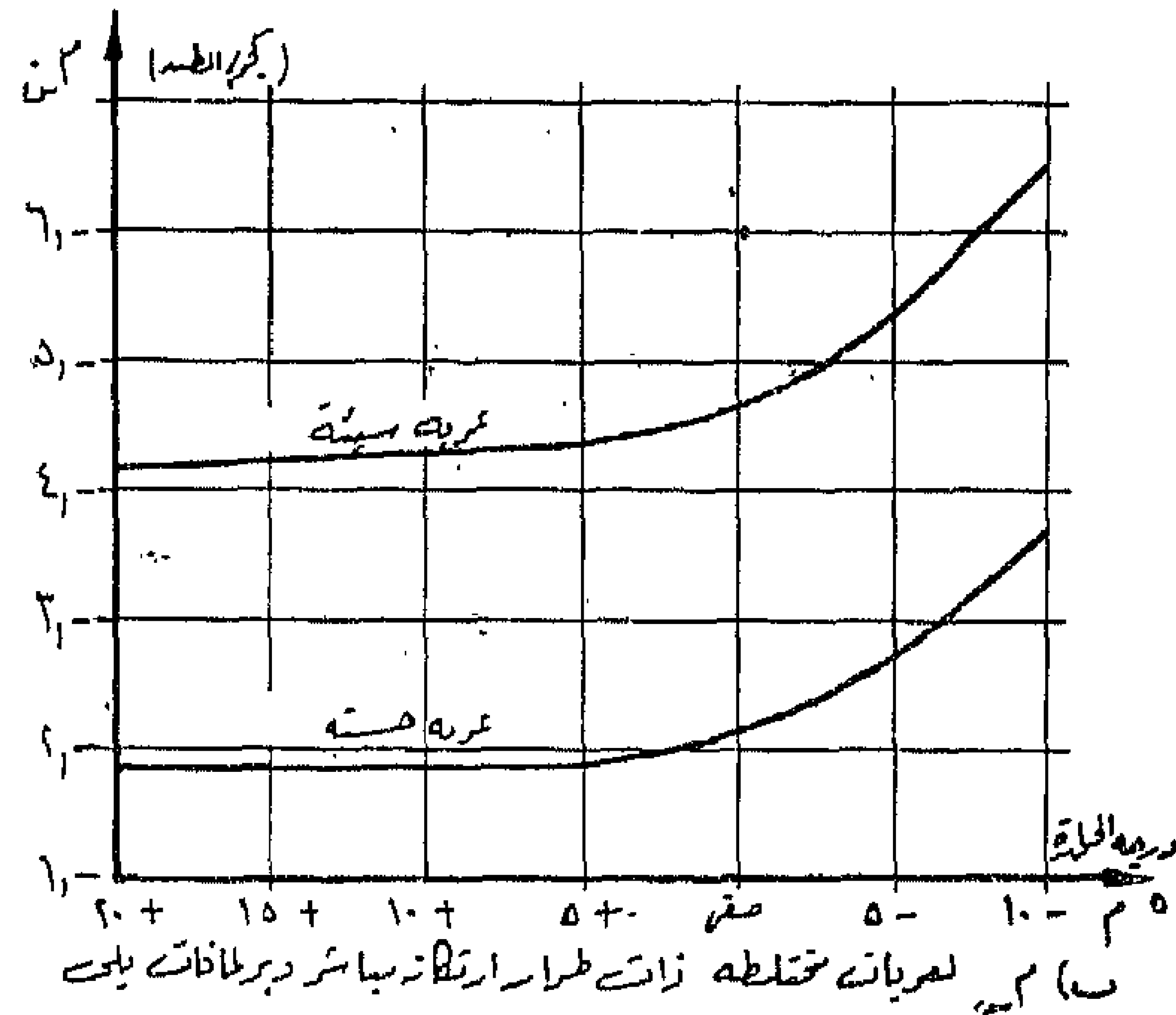
وقد اقترح Gottschalk ، تقسيم مقاومات السير إلى خمس مجموعات لها النسب المئوية ودرجات الجودة التالية :

١ — ١٠ ٪ عربات حسنة السير لدرجة كبيرة
٢ — ٢٠ ٪ عربات حسنة السير
٣ ٢٠ ٪ عربات متوسطة السير
٤ — ٢٠ ٪ عربات رديئة السير
٥ — ١٠ ٪ عربات رديئة السير لدرجة كبيرة

وللحصول على حدى مقاومة السير اللازمين لبحث ديناميكية القمة أوصى Gottschalk كذلك بأن تسمى مقاومة السير التى يمكن قراءتها من على المنحنى التجميعى عند منتصف منطقة العربات الجيدة السير بمقاومة السير للعربة الحسنة وبالمثل مقاومة السير من منتصف منطقة العربات الرديئة بمقاومة السير للعربة الرديئة .

ولإمكان إجراء مقارنة بين مقاومات السير حسب القياسات الجديدة لألمانيا وقياسات معهد NIIShT السوفيتى فقد رسم فى شكل (٩) المنحنى





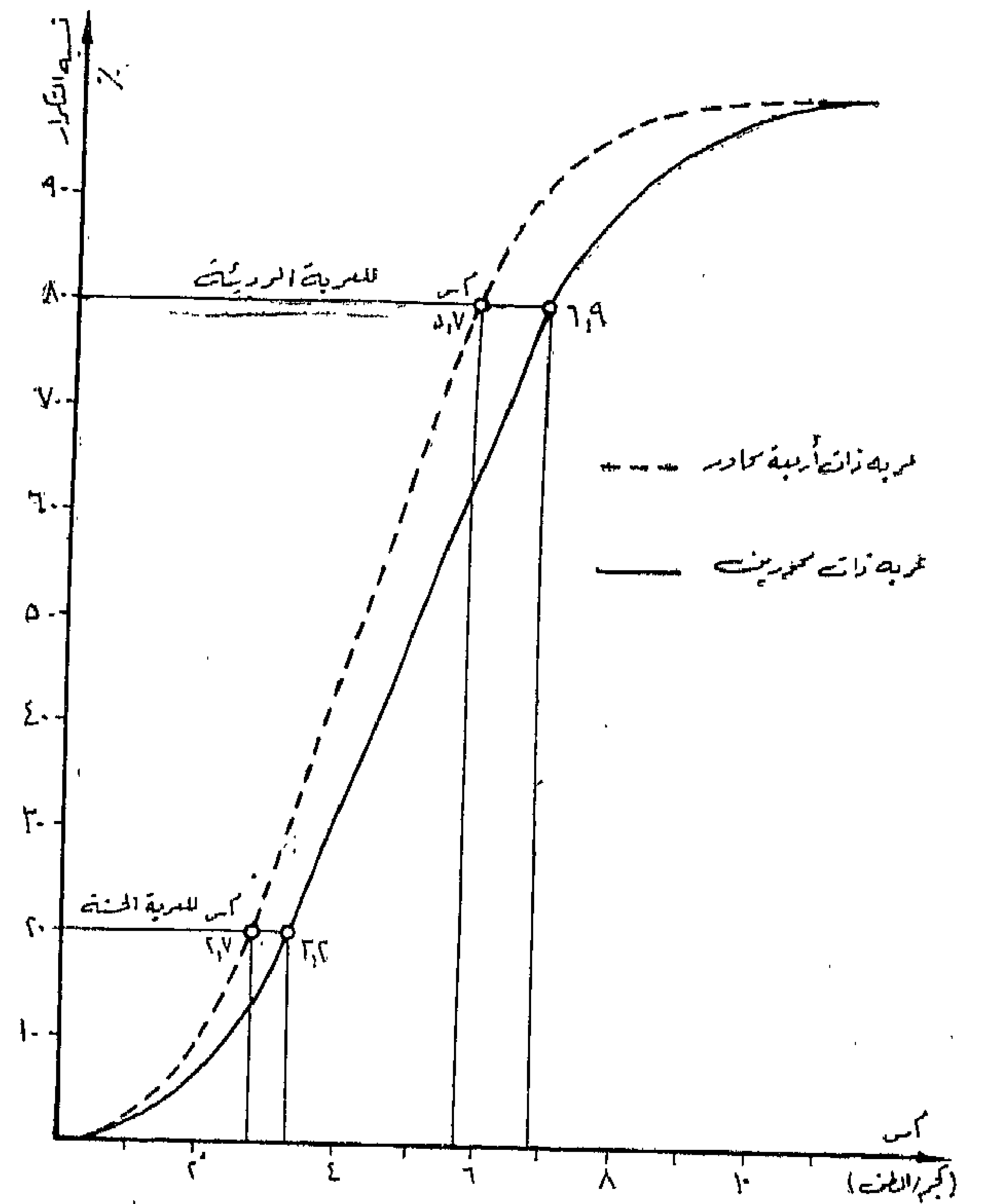
شكل (٨) مقاومات سير حسب قياسات جديدة لألمانيا الفدرالية

التجميعى لمقاومات السير للعربات ذات المحورين والأخرى ذات الأربعة محاور حسب إحصائية شكل (٦) وبالتالى حدد على المنحنيين مقاومات السير للعربة الحسنة والرديئة حسب التحديد الذى فرضه Gottschalk ، وقد أعطيت فى جدول رقم (٢) نتائج كل من القياسين المذكورين .

ومن الجدول السابق يمكن استنتاج أن مقاومات السير لدرجات الحرارة أعلا من صفر°م لعربات الاتحاد السوفييتى أكبر منها لعربات ألمانيا الغربية . يتضح من جدول (٢) كذلك أن مقاومة السير حسب تحديد Gottschalk للعربة الحسنة ذات المحورين

جدول (٢) : مقاومة السير للعربة الحسنة والرديئة حسب قياسات المانيا الفيدرالية والسوفييت

قياســــــــــــات			مقاومة السير	
			عربة حسنة	عربة رديئة
الاتحاد السوفييتى	درجة حرارة اعلا من صفر مئويه	عربة ذات محورين	٢,٧	٥,٧
		عربة ذات أربع محاور	٣,٢	٦,٩
المانيا الفدرالية	صفر°م	عربات متنوعة	٢,٢	٤,٦
	+ ٥°م		١,٩	٤,٣
	+ ٢٠°م		١,٨	٤,٢



شكل (٩) : منحنى تجميعى لمقاومات السير لعربات الاتحاد السوفييتى لدرجات حرارة أكبر من صفر مئوية

لاتتساوى تقريباً مع مقاومة السير الحسنة للعربة ذات الأربعة محاور وبالمثل للعربة ذات المقاومة الرديئة وذلك بخلاف ما هو مستنتج من جدول (١) حيث أن مقاومات السير المتوسطة للعربات ذات المحورين والأخرى ذات الأربعة محاور تتساوى تقريباً وخصوصاً لدرجات حرارة أعلا من صفر°م . فاذا ما سمح لنا أن نعطى تعليل لذلك فربما يرجع السبب إلى أنه أثناء القياسات كانت أحمال المحاور للعربات ذات المحورين فى المتوسط أكبر منها من أحمال المحاور للعربات ذات الأربعة محاور .

يتضح من الأبحاث السابقة أن مقاومة السير اللازمة لبحث ديناميكية منطقة القمة تتوقف على عوامل كثيرة ، وكأمثلة لذلك طراز ارتكاز كمرة الفخذ على المحور ، النسب ما بين العربات ذات طرازات الارتكاز المختلفة فى المؤسسة الواحدة ، التعليمات الخاصة بصيانة العربات والسكة ، الطقس ، واحمال المحاور القصوى ودرجة الاستفادة منها للعربات المتحركة على الشبكة . وهذه العوامل كثيراً ما تختلف بين مؤسسة وأخرى .

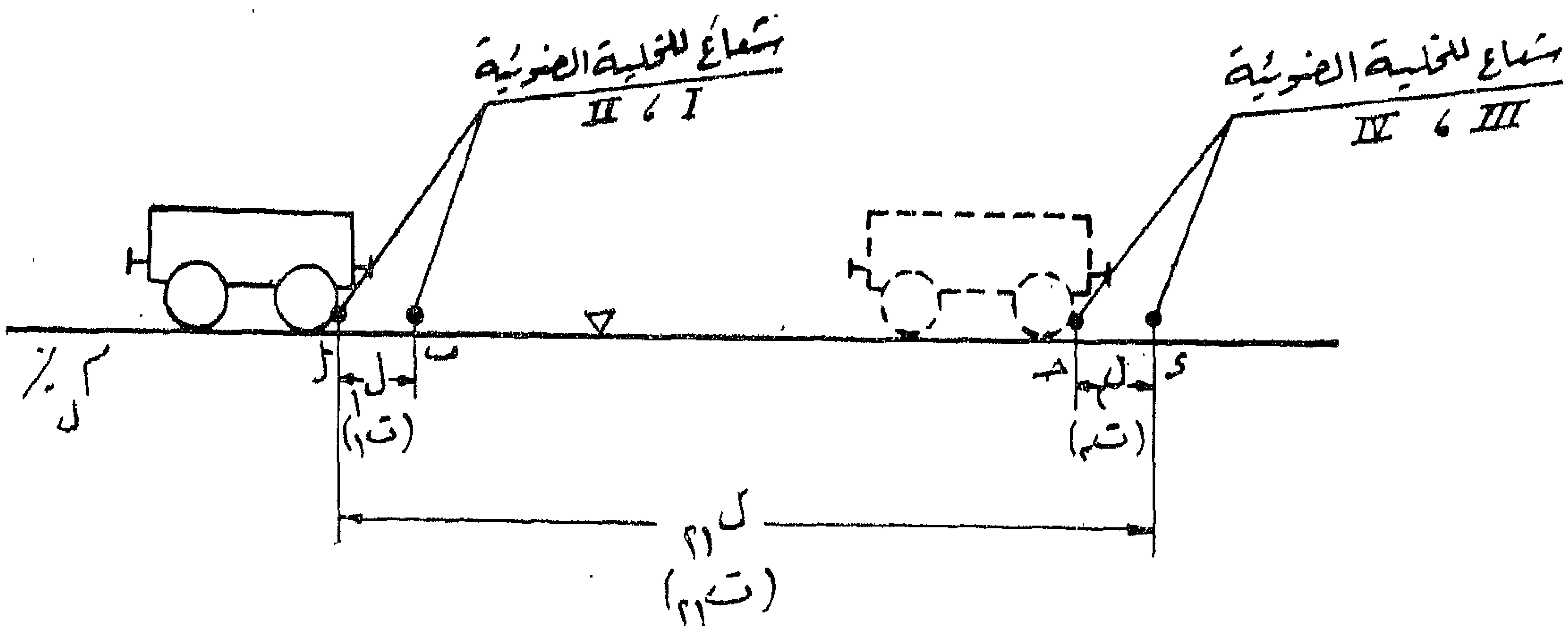
لذلك قرر معهد السكك الحديدية التابع لجامعة بودابست للهندسة المدنية والنقل وأكاديمية العلوم المجرية إجراء دراسات وقياسات لتحديد مقاومات السير وهذه القياسات أجريت بالمعاونة الفعالة من السكك الحديدية المجرية وفى اطار اتفاق التعاون العلمى المشترك بين الجمهورية العربية المتحدة وجمهورية المجر الشعبية . وفيما يلى بيان لما تم بهذا الموضوع .

البند الثالث : الاساس لتحديد مقاومة السير :

سوف تحدد مقاومة السير بناء على اقتراح الأستاذ Grassman [٧] وذلك بواسطة قياسات تجرى على جزء قصير من السكة (أثناء دحرجة العربات) لكل من الزمن والمسافة واتجاه وسرعة الريح ودرجة الحرارة والضغط البارومترى ووزن العربة . وموقع هذا الجزء من الخط قد اختير أسفل القمة وبمسافة تبعد حوالى ١٠٠ متراً بعد نقطة فدو آخر مفتاح فى منطقة التوزيع بعد القمة حيث أن السرعة فى منتصف سكة القياس تتساوى تقريباً مع سرعة الدحرجة المتوسطة للعربة من لحظة بدء الدحرجة عند القمة لغاية وقوفها فى مجموعة الفرز . وفى أثناء مرور العربة على سكة القياس سوف تقاس الأزمنة ت١ ، ت٢ ، ت٢١ التى تقطع فيها العربة المسافات ل١ ، ل٢ ، ل٢١ كما هو واضح فى شكل (١٠) . وقد قيست الأزمنة بواسطة جهاز قياس الكترونى للزمن والذى يتلقى صدمات كهربائية تعمل على تشغيله إذا ما قطعت الأشعة الصادرة من لمبات مثبتة بجوار السكة والتى يصدر من كل منها حزمة ضوئية موجهة إلى خلية ضوئية مناظرة لها ، وتتصل هذه الخلية الضوئية بالجهاز الالكترونى لتشغيله ، وقطع هذه الأشعة يتم فى النقط أ ، ب ، جـ ، د بواسطة شفة عجلة أول محور بالعربة أو مجموعة العربات (عند مستوى يعلو سطح القضيب بحوالى ٣٠ سم) ، ودقة القياس بالنسبة للزمن ضبطت بحيث تكون بالنسبة لكل من ت١ ، ت٢ ، لغاية العلامة العشرية الرابعة من الثانية وبالنسبة لمقدار ت٢١ لغاية العلامة الثالثة ، فاذا ما فرض معدل تزايد وبالتالى معدل تناقص ثابت للتغير فى السرعة بالنسبة للزمن فان العجلة التزايدية وبالتالى التناقصية للعربة التى تتدحرج على سكة القياس تصبح :

$$ع = \frac{\frac{ل_٢}{ت_٢} - \frac{ل_١}{ت_١}}{ت_{٢١} - \frac{ت_١ + ت_٢}{٢}} \quad . . . (١)$$

فاذا ماقيس فرق الإرتفاع هـ بين سطحى القضيبين عند النقطتين ا ، د فان ميل الخط الهابط يصبح :



شكل (١٠) كروكى لسكة القياس

$$م_{ل} = \frac{هـ}{ل_{٢١}} \times ١٠٠٠ \quad . . . \quad (٢)$$

وتصبح مقاومة السير والهواء

$$م_{س} \quad م \quad \frac{١٠٠٠ \, ع}{حَ} \quad . . . \quad (٣)$$

حيث عجـ الجاذبية المختصرة :

$$حَ = \frac{ح}{\sigma} \quad . . . . \quad (٤)$$

حيث σ معامل اعتبار طاقة حركة الدوران للمحاور وعجلة الجاذبية يمكن حسابها حسب القاعدة :

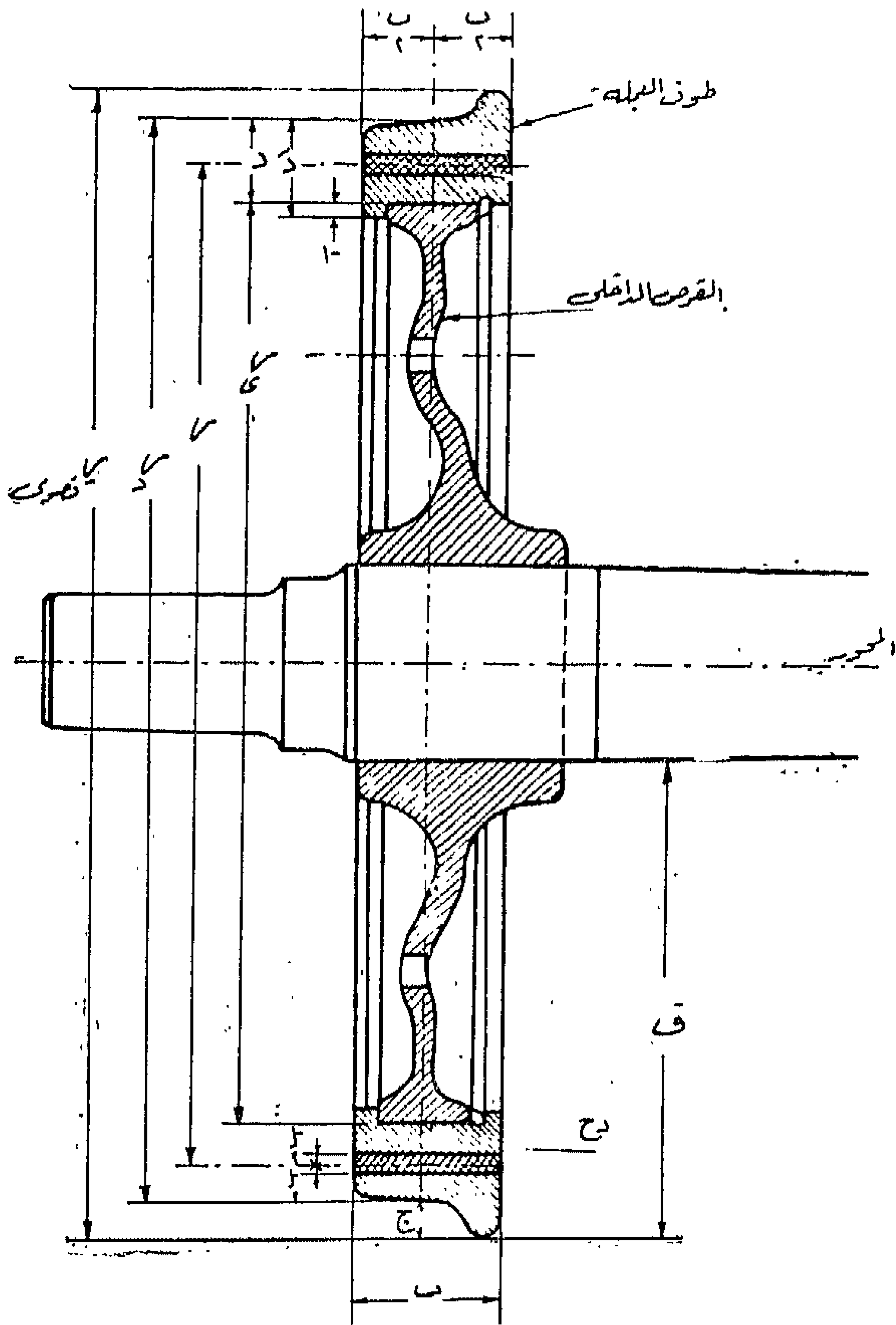
ح = ٩,٧٨٠٤٩٠ (١,٠ + ٠,٠٠٥٢٨٨٤

$\ddot{\Theta}$ ٢ . Θ حيث $\ddot{\Theta}$. ط

عرض مكان القياس) .وفى بردابست حيث أجريت القياسات فى محطة ىرز وتستيف فرنس فاروش فان خط عرض المكان هو ٣١ َ ٤٧ ْ. والمعامل σ يمكن حسابه بدقة من عزم القصور الذاتى ص للعجلة حول المحور :

$$ص = \int_{صفر}^{\frac{ر_{قصوى}}{٢}} \left(\frac{ر}{٢}\right)^{٢} \cdot د ك$$

$$د ك = \frac{دح \, ر . ط . ك_{ب}}{ح}$$



شكل (١١) الاختصارات لمقاسات العجلة

حيث ، شكل (١١) :

$ر_{قصوى}$ = قطر العجلة مقاساً من الأطراف الخارجية لشفة العجلة

دح = المساحة الجزئية للطوق أو القرص الداخلى للعجلة

ر = قطر الكتلة الاسطوانية التى لها مساحة جزئية دح

$ك_{ب}$ = الكثافة النوعية للصلب .

$$ص = \frac{٢ ط ك_{ب}}{ح} \int_{صفر}^{\left(\frac{ر}{٢} \; قصوى\right)} \left(\frac{ر}{٢}\right)^{٣} \cdot دح$$

وحيث أن طاقة الحركة لعجلة بالمحور تساوى طاقة الحركة المستقيمة وطاقة الحركة الدائرية بها أى أن :

$$\text{طاقة الحركة الكلية للعجلة} = \text{ك} \cdot \frac{\text{س}^{٢}}{٢} + \text{ص} \cdot \frac{\omega^{٢}}{٢}$$

$$= \frac{\text{س}^{٢}}{٢} \left(\text{ك} + \frac{\text{ص}}{\left(\frac{\text{نق}_{\text{د}}}{٢}\right)^{٢}} \right)$$

$$= \text{ك} \cdot \frac{\text{س}^{٢}}{٢} \left(١ + \frac{\text{ص}}{\text{ك} \cdot \left(\frac{\text{نق}_{\text{د}}}{٢}\right)^{٢}} \right)$$

$$= \frac{\text{ق}}{\text{ج}} \cdot \frac{\text{س}^{٢}}{٢} \left(١ + \frac{\text{ص}}{\text{ك} \cdot \left(\frac{\text{نق}_{\text{د}}}{٢}\right)^{٢}} \right)$$

حيث

$$\omega = \text{السرعة الدائرية لدوران المحور} = \frac{\text{س}}{\frac{\text{نق}_{\text{د}}}{٢}}$$

$\text{نق}_{\text{د}}$ = قطر الدوران

ق = وزن العجلة أى نصف وزن المحور

فاذا ما أخذنا فى الاعتبار فكرة معامل طاقة حركة الدوران للمحاور فانه يصبح.

$$\text{الطاقة الكلية للعجلة} = \frac{\text{ق}}{\text{ج}} \cdot \frac{\text{س}^{٢}}{٢}$$

$$= \frac{\text{ق}}{\text{ج}} \cdot \frac{\text{س}^{٢}}{٢} \sigma$$

$$\therefore \quad \sigma = ١ + \frac{٤ \ \text{ص}}{\text{ك} \cdot \text{نق}_{\text{د}}^{٢}}$$

أى أنه

$$\sigma = ١ + \frac{٨ \ \text{ط} \cdot \text{ى}_{\text{ب}}}{\text{ق} \cdot \text{نق}^{٢}} \int_{\text{صفر}}^{\left(\frac{\text{نق}}{٢}\right)_{\text{قصوى}}} \left(\frac{\text{نق}}{٢}\right)^{٣} \cdot \text{د ح}$$

ولكن : $\left(\frac{\text{نق}}{٢}\right)_{\text{قصوى}}$

$$\int_{\text{صفر}} \left(\frac{\text{نق}}{٢}\right)^{٣} \cdot \text{د ح} = \sum_{\text{صفر}}^{\frac{\text{نق}}{٢} \text{قصوى}} \text{ب} \int_{\frac{\text{نق}}{٢} - \frac{\text{أ}}{٢}}^{\frac{\text{نق}}{٢} + \frac{\text{أ}}{٢}} \left(\frac{\text{نق}}{٢}\right)^{٣} \cdot \text{د} \frac{\text{نق}}{٢} ،$$

$$\text{ب}\int_{\frac{\text{س}}{٢}-\frac{١}{٢}}^{\frac{\text{س}}{٢}+\frac{١}{٢}} \left(\frac{\text{س}}{٢}\right)^{٣} \cdot \text{د}\frac{\text{س}}{٢} = \text{ب} \left| \left(\frac{\text{س}}{٢}\right)^{٤} \cdot ٤ + \text{ثابت التكامل} \right|_{\frac{\text{س}}{٢}-\frac{١}{٢}}^{\frac{\text{س}}{٢}+\frac{١}{٢}} = \Delta\chi$$

واذا كانت $\frac{١}{٢}$ صفر فان قيمة التكامل تساوى صفر وعليه فان قيمة ثابت التكامل تساوى صفرا

$$\therefore \Delta\chi = \text{ب} \left[\frac{\left(\frac{\text{س}}{٢}+\frac{١}{٢}\right)^{٤}}{٤} - \frac{\left(\frac{\text{س}}{٢}-\frac{١}{٢}\right)^{٤}}{٤} \right]$$

$$= \frac{\text{ب}}{٨} \left(\text{س}^{٣} \cdot \text{أ} + \text{س} \cdot \text{أ}^{٣} \right)$$

$$= \frac{١}{٨} \Delta \text{ح} \cdot \text{س} \cdot \left(\text{س}^{٢} + \text{أ}^{٢} \right)$$

$$\therefore \sigma = ١ + \frac{\text{ط} \cdot \gamma \cdot \text{ب}}{\text{ق}\,\text{س}^{٢}_{\text{د}}} \cdot \sum_{\text{صفر}}^{\frac{\text{س}}{٢}\,\text{قصوى}} \Delta \text{ح} \cdot \text{س} \left(\text{س}^{٢} + \text{أ}^{٢} \right)$$

$$\therefore \sigma = ١ + \frac{١}{\text{ق}} \left[\frac{\text{ط} \cdot \gamma\ \text{ب}}{\text{س}^{٢}_{\text{د}}} \sum_{\text{صفر}}^{\frac{\text{س}}{٢}\,\text{قصوى}} \Delta \text{ح} \cdot \text{س} \left(\text{س}^{٢} + \text{أ}^{٢} \right) \right.$$

ويمكن كتابة معامل اعتبار طاقة الدوران للمحاور σ على الصورة :

$$\sigma = ١ + \frac{١}{\text{ق}} \cdot \text{ث} \qquad \text{(٥)}$$

حيث

$$\text{ث} = \frac{\text{ط} \cdot \gamma \text{ب}}{\text{س}^{٢}_{\text{د}}} \cdot \sum_{\text{صفر}}^{\frac{\text{س}}{٢}\,\text{قصوى}} \Delta \text{ح} \cdot \text{س} \left(\text{س}^{٢} + \text{أ}^{٢} \right)$$

والمقاسات الرئيسية للمحاور المختلفة لعربات البضاعة يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات والتى تتضح من جدول (٣) .

جدول (٣) : المقاسات الرئيسية لمحاور عربات البضاعة

قطر الدوران $س_{د}$ للمحاور الجديدة	(مم)	١٠٢٠	١٠٠٠	٩٢٠
قطر قرص العجلة الداخلى $س_{ى}$	(مم)	٨٧٨	٨٥٠	٧٧٨
سمك طوق العجلة الجديدة د = $\left(\frac{س_{د} - س_{ى}}{٢}\right)$	(مم)	٧١	٧٥	٧٤
عرض طوق العجلة ب	(مم)	١٣٥	١٣٥	١٣٢

والاستهلاك فى قرص العجلة الداخلى بسبب الصدأ يعتبر قليل جدا ، وبحيث أنه يمكن فرض أن عزم قصوره الذاتى لا يتغير مع الزمن . أما قطر دوران العجلة $س_{د}$ فانه يتوقف على مدى الاستهلاك فى سمك طول العجلة د . وعليه فان المقدار ث هو داله فقط لسمك طوق العجلة د . والمقدار ث حسب للمقاسات الرئيسية للثلاثة محاور والمذكورة فى الجدول السابق وذلك لأسماك مختلفة لطوق العجلة وقد مثلت هذه العلاقة بيانيا فى شكل (١٢) وقد أخذ فى الاعتبار فى هذه الحسابات كذلك عزم القصور الذاتى لنصف عمود المحور .

وعليه فانه لتحديد قيمة المعامل σ فقد قيست لكل العربات التى أجريت التجارب كل من : محيط عمود المحور ، والأبعاد الأربعة ب ، ج ، دَ ، ف والموضحة على الشكل (١١) . والبروز الذى يرتكز عليه قرص العجلة الداخلى له ارتفاع ثابت فى كل العجلات ويساوى ١٠ مم ، وعليه فان سمك طوق العجلة يصبح :

د = دَ − ١٠ (مم) .

ومن المقادير ف ، ج ، د ، ومحيط عمود المحور يمكن حساب قطر قرص العجلة الداخلى $س_{ى}$

$$\frac{س_{ى}}{٢} = \frac{\text{محيط عمود المحور}}{٢ ط} + ف - (ج + د)$$

فاذا ما علم قطر قرص العجلة الداخلى فإنه يصبح من السهل تحديد قطر الدوران للمحور وهو جديد وذلك بمساعدة جدول (٣) وعليه فإنه يمكن بسهولة من الشكل (١٢) استنتاج قيمة المقدار ث بمعلومية كل من سمك طوق العجلة المتآكل د ، نصف قطر الدوران للمحور وهو جديد .

ومن المقادير المقاسة مباشرة لكل من عربة وسكة القياس يحسب منها مقاومة السير والهواء $م_{س} + م_{هـ}$ مجتمعة ، فاذا ما أردنا الحصول فقط على مقاومة السير $م_{س}$ فاننا نطرح من مقاومة السير والهواء $م_{س}$ مقاومة الهواء $م_{هـ}$.

ومقاومة الهواء سوف تحسب حسب قاعدة Pirath [١٥] .

$$م_{هـ} = \frac{ح}{٢ ج \cdot و} \cdot \gamma_{هـ} \cdot س_{ر}^{٢} \cdot ى$$

$م_{هـ}$ = مقاومة الهواء النوعية (كجم/الطن) .

ح = مسطح القطاع العرضى بصندوق العربة (م^{٢})

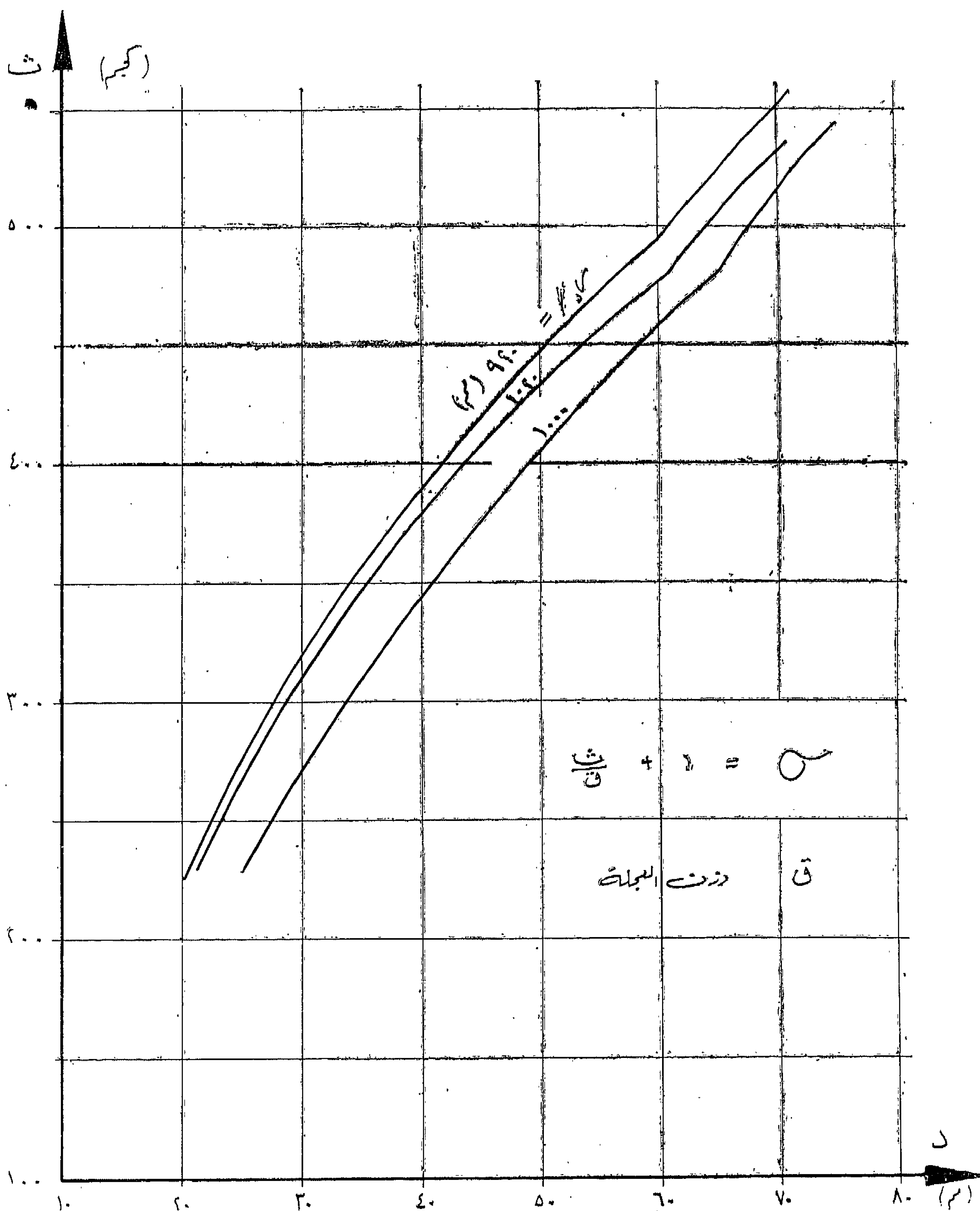
$\gamma_{هـ}$ = الوزن النوعى للهواء (كجم / م^{٣}) .

و = وزن العربة (طنا) .

$س_{ر}$ = السرعة النسبية بين الهواء والعربة (م/ث) .

ى = معامل مقاومة الهواء .

وقد قيست أثناء إجراء كل تجربة الأبعاد التى تمكن من حساب مساحة القطاع العرضى لصندوق

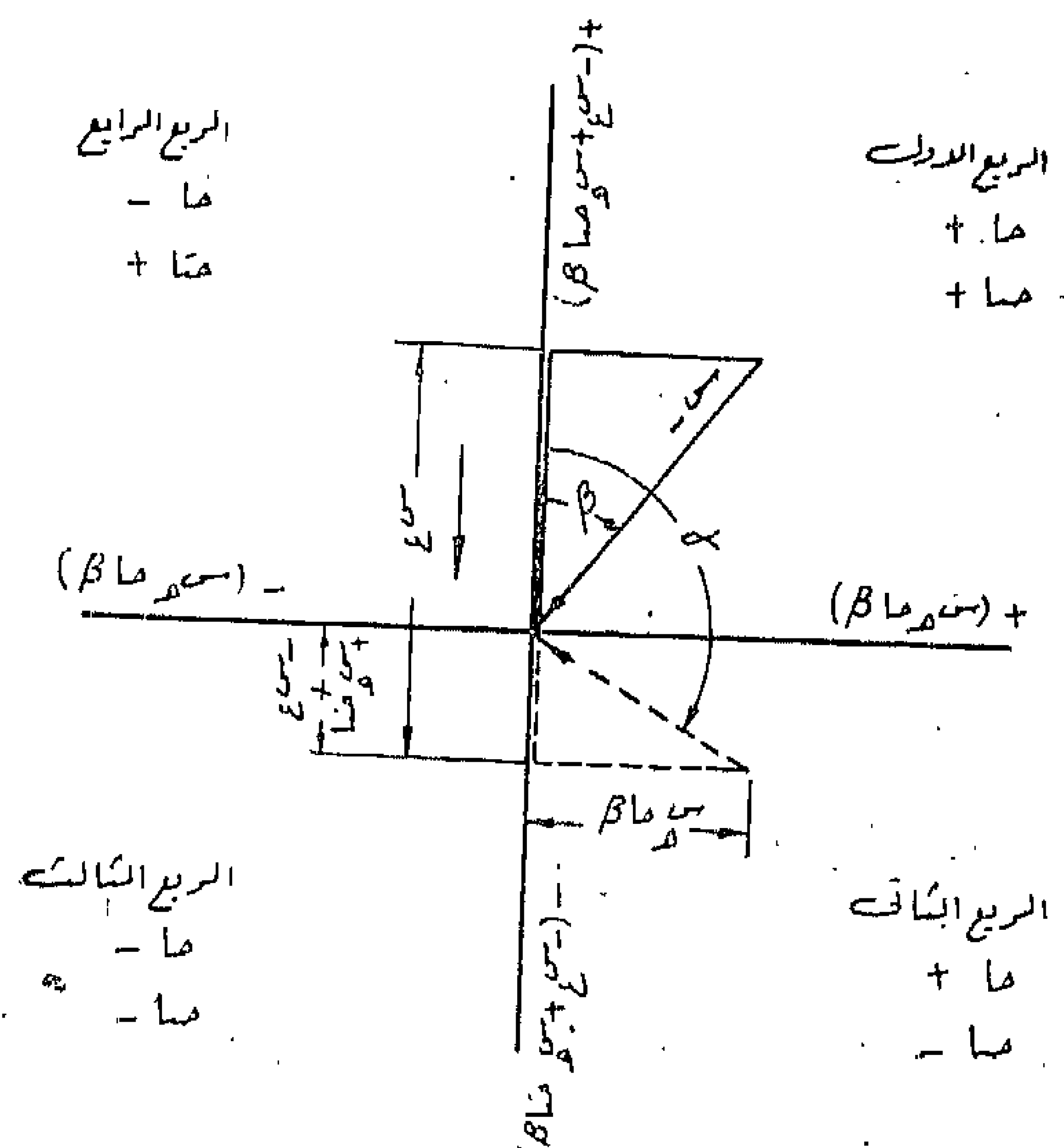


شكل (١٢) : العلاقة بين المقدار "ث" وسمك طوق العجلة د

العربة . أما الوزن النوعي للهواء γ_h فقد حسب من المقادير : الضغط البارومترى ودرجة الرطوبة النسبية ، ودرجة الحرارة للهواء الرطب والهواء الجاف وكانت تقاس هذه المقادير كلها فى لحظة إجراء كل تجربة على حده . أما عن وزن العربة فقد كانت تؤخذ من الكتابة المتواجدة سواء على صندوق العربة أو بوليصة الشحن . والسرعة النسبية بين الهواء والعربة حسبت كما هو واضح فى شكل (١٣) من كل من سرعة الهواء سـهـ (م/ث) والزاوية β بين اتجاه الريح واتجاه سير العربة وكليهما كان يقاس كذلك فى لحظة تواجد العربة فى منتصف سكة القياس والزاوية β يتراوح مقدارها ما بين صفر ، ٣٦٠° وكانت تقاس فى اتجاه دوران عقارب الساعة

$$س_ر = \sqrt{(-س_ع + س_هـ \text{ جتا } \beta)^2 + (س_هـ \text{ حا } \beta)^2}$$

ومعامل مقاومة الهواء ى أخذ حسب تجارب Pirath والتى كان من نتائجها إيجاد علاقة بين المعامل ى والسرعة النسبية سر والزاوية النسبية α ما بين هذه السرعة النسبية واتجاه سير العربة .



شكل (١٣) : الطريقة الحسابية لاستنتاج المقادير سر ، α

وقد حدد Pirath هذا المعامل لثلاث حالات كل على حدة وهى :

(أ) لعربة سطح محملة .

(ب) لعربة سطح فارغة .

(ج) لعربة صندوق .

كما يتضح ذلك من شكل (١٤) . والزاوية النسبية α حسبت من المعادلة :

$$\alpha = \text{ظا}^{-1} \frac{س_هـ \text{ جا } \beta}{(-س_ع + س_هـ \text{ جتا } \beta)}$$

وقيمتها تتراوح مابين صفر ، ٣٦٠° ، وسرعة الهواء النسبية تساعد على دحرجة العربة إذا ماكانت قيمة α يتراوح ما بين صفر ، ٩٠° وكذلك ما بين ٢٧٠° ، ٣٦٠° . وسرعة الهواء النسبية تعتبر معاكسة لدحرجة العربة إذا تراوحت قيمة الزاوية α ما بين ٩٠° ، ٢٧٠° ويعوض عن مقاومة الهواء بمقدار (+) فى حالة سرعة ريح نسبية مساعدة على الدحرجة وبمقدار (−) فى حالة ريح نسبية معاكسة للدحرجة وعليه فان مقاومة السير :

$$م_{أس} = م_س + هـ + م_هـ$$

البند الرابع : الخطأ المحتمل الأقصى لمقاومة السير والهواء المحسوبة :

مقاومة السير والهواء لا تقاس مباشرة ولكنها تحسب من خلال مقادير أخرى مقاسة حسب المعادلات من ١ ــ ٥ . فاذا ما أردنا حساب الخطأ المحتمل الأقصى Δم$_{أس + هـ}$ لمقاومة السير والهواء فانه يجب استعمال المعادلة الأساسية التالية والمستنتجة من نظريات الأخطاء والاحتمال .

$$\Delta^{٢}_{م_{س+هـ}} = \left(\frac{\partial م_{س+هـ}}{\partial م_{ل}}\right)^{٢} \cdot \Delta^{٢}_{م_{ل}} + \left(\frac{\partial م_{س+هـ}}{\partial ع}\right)^{٢} \cdot \Delta^{٢}_{ع} + \left(\frac{\partial م_{س+هـ}}{\partial \sigma}\right)^{٢} \cdot \Delta^{٢}_{\sigma} \quad (٦)$$

حيث :

$$\frac{\partial م_{س+هـ}}{\partial م_{ل}} = ١ \quad ، \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٧)$$

$$\frac{\partial م_{س+هـ}}{\partial م_{ل}} = -\frac{١٠٠٠\ \sigma}{حـ} \quad ، \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٨)$$

$$\frac{\partial م_{س+هـ}}{\partial \sigma} = -\frac{١٠٠٠\ ع}{حـ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٩)$$

والميل $م_{ل}$ هو فى الحقيقة داله من فرق الارتفاع هـ لطرفى سكة القياس وطولها $ل_{٢١}$:

$$م_{ل} = \frac{هـ}{ل_{٢١}} \times ١٠٠٠$$

$$\therefore \quad \Delta^{٢}_{م_{ل}} = \left(\frac{\partial م_{ل}}{\partial هـ}\right)^{٢} \cdot \Delta^{٢}_{هـ} + \left(\frac{\partial م_{ل}}{\partial ل_{٢١}}\right)^{٢} \cdot \Delta^{٢}_{ل_{٢١}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (١٠)$$

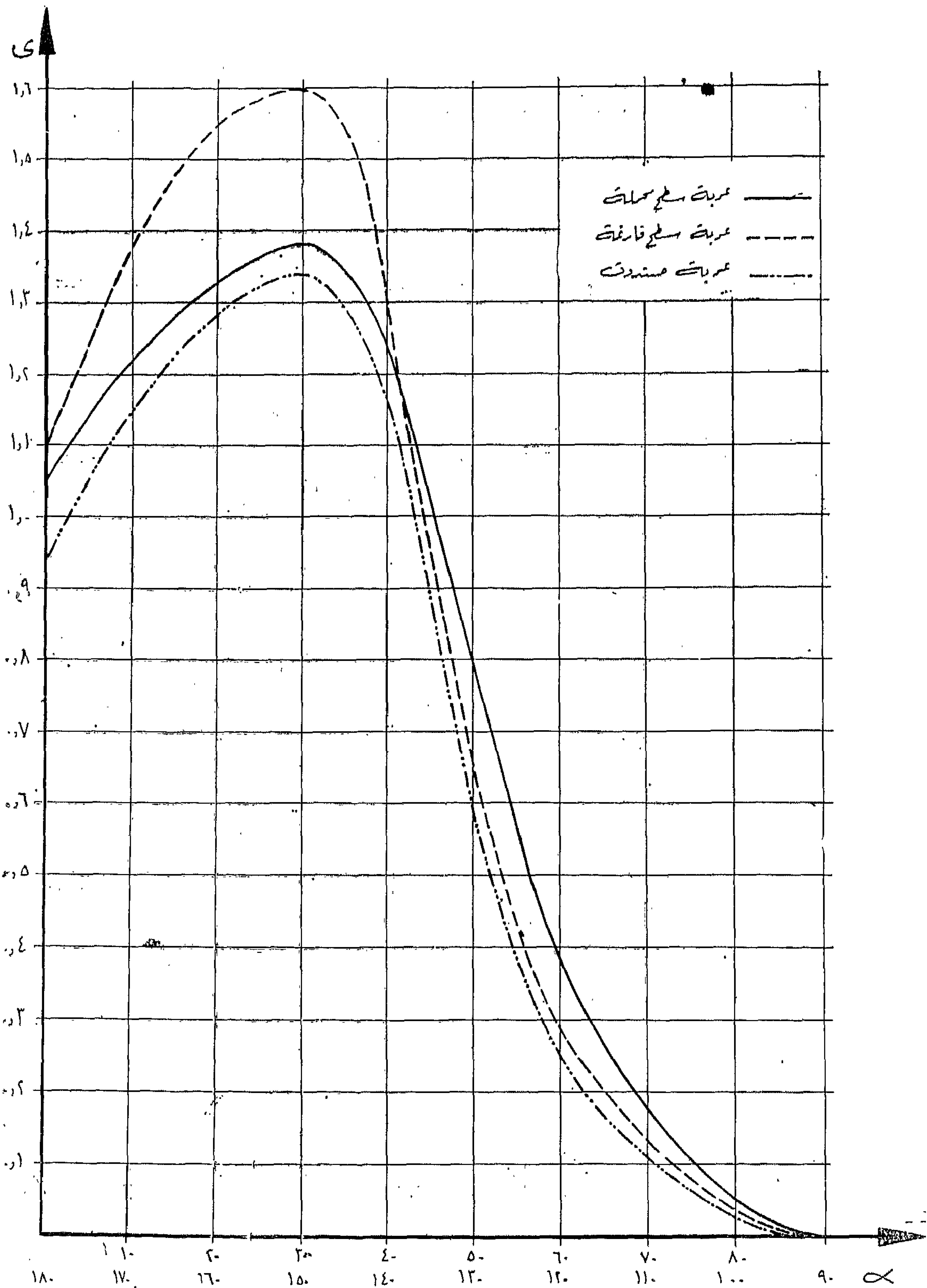
حيث :

$$\frac{\partial م_{ل}}{\partial هـ} = \frac{١}{ل_{٢١}} \times ١٠٠٠ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (١١)$$

$$\frac{\partial م_{ل}}{\partial ل_{٢١}} = -\frac{\quad}{ل^{٢}_{٢١}} \times ١٠٠٠ \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (١٢)$$

وقد استعمل فى قياس فرق الارتفاع هـ موازين قامة دقة القياس بها ١ مم غير أننا سوف نفرض فى هذا المجال خطأ محتمل أقصى مقداره خمسة أضعاف دقة قياس الجهاز أى ٥ مم وذلك لاحتمال تحرك السكة تحت العربة أثناء القياس فى الاتجاه الرأسى . والأطوال $ل_{١}$ ، $ل_{٢}$ قيست بشريط صلب سبق معايرته وأقل تقسيم عليه هو ١ مم وقد كان يفرد الشريط الصلب على سطح القضيب وسوف يفرض خطأ محتمل أقصى للمقادير $ل_{١}$ ، $ل_{٢}$ يساوى لكل منهما ٠٫٠٠٢ مترا وهى قيمة تأخذ فى الاعتبار الخطأ الذى يحدث أثناء عملية إسقاط كل من الشعاع الأول والأخير المتجه إلى الخلية الضوئية على القضيب وكذلك الخطأ فى قياس الطول .

والعجلة التزايدية وبالتالى التناقصية تحسب من المعادلة (١) . وعليه فان الخطأ المحتمل الأقصى بها هو :



شكل (١٤) : العلاقة بين معامل مقاومة الهواء "ى" والزاوية النسبية ∝

$$\Delta_{\text{ع}}^{٢} = \left(\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ل}}\right)^{٢} \cdot \Delta_{\text{ل}}^{٢} + \left(\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ت}_{٢١}}\right)^{٢} \cdot \Delta_{\text{ت}_{٢١}}^{٢} + \left(\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ت}_{١}}\right)^{٢} \cdot \Delta_{\text{ت}_{١}}^{٢} + \left(\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ت}_{٢}}\right)^{٢} \cdot \Delta_{\text{ت}_{٢}}^{٢} \quad \text{(١٣)}$$

حيث :

$$\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ل}} = \frac{\frac{١}{\text{ت}_{٢}} - \frac{١}{\text{ت}_{١}}}{\text{ت}_{٢١} - \frac{\text{ت}_{١} + \text{ت}_{٢}}{٢}} \text{ ، } \Delta_{\text{ل}} = \pm \text{ ٠٫٠٠٢ مترا} \quad \text{(١٤)}$$

$$\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ت}_{٢١}} = - \frac{\frac{١}{\text{ت}_{٢}} - \frac{١}{\text{ت}_{١}}}{\left(\text{ت}_{٢١} - \frac{\text{ت}_{١} + \text{ت}_{٢}}{٢}\right)^{٢}} \text{ ، } \Delta_{\text{ت}_{١١}} = \pm \text{ ٠٫٠٠١ ثانية} \quad \text{(١٥)}$$

$$\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ت}_{١}} = \frac{\frac{١}{\text{ت}_{١}^{٢}}}{\text{ت}_{٢١} - \frac{\text{ت}_{١} + \text{ت}_{٢}}{٢}} + \frac{\frac{١}{٢\text{ت}_{٢}} - \frac{١}{٢\text{ت}_{١}}}{\left(\text{ت}_{٢١} - \frac{\text{ت}_{١} + \text{ت}_{٢}}{٢}\right)^{٢}}$$

$$\text{، } \Delta_{\text{ت}_{١}} = \pm \text{ ٠٫٠٠٠٢ ثانية} \quad \text{(١٦)}$$

$$\frac{\partial \text{ع}}{\partial \text{ت}_{١}} = \frac{\frac{١}{\text{ت}_{٢}^{٢}}}{\text{ت}_{٢١} - \frac{\text{ت}_{١} + \text{ت}_{٢}}{٢}} + \frac{\frac{١}{٢\text{ت}_{٢}} - \frac{١}{٢\text{ت}_{١}}}{\left(\text{ت}_{٢١} - \frac{\text{ت}_{١} + \text{ت}_{٢}}{٢}\right)^{٢}}$$

$$\text{، } \Delta_{\text{ت}_{٢}} = \pm \text{ ٠٫٠٠٠٢ ثانية} \quad \text{(١٧)}$$

ومعامل اعتبار طاقة حركة الدوران للمحاور σ يحسب من المعادلة (٥) وعليه فان الخطأ المحتمل الأقصى $\Delta\ \sigma$ يصبح :

$$\Delta_{\sigma}^{٢} = \left(\frac{\partial \sigma}{\partial \text{ت}}\right)^{٢} \cdot \Delta_{\text{ث}}^{٢} + \left(\frac{\partial \sigma}{\partial \text{ق}}\right)^{٢} \Delta_{\text{ق}}^{٢} \quad \text{(١٨)}$$

حيث :

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \text{ث}} = \frac{١}{\text{ق}} \quad \text{(١٩)}$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial ق} = -\frac{ث}{ق^{2}} \qquad (٢٠)$$

والمقدار $\Delta ث$ يمكن الحصول على قيمته من شكل (١٢) لقيمة ث المناظرة له وذلك لخطأ محتمل أقصى فى سمك طوق العجلة $\Delta_{د} = \pm ٢,٥٠$ (مم) .

أما بالنسبة للخطأ المحتمل الأقصى فى وزن العجلة $\Delta ق$ فسوف يفرض بمقدار ٥٪ من وزنها .

ويتبين مما سبق أن الخطأ المحتمل $\Delta م_{س+هـ}$ لايتوقف فقط على الأخطاء المحتملة للأشياء المقاسة ولكن كذلك على مقاديرها والتى تختلف من تجربة إلى أخرى ، ولكى يمكن أن نتصور مقدار الخطأ المحتمل الأقصى $\Delta م_{س+هـ}$ وكيفية تأثير مقدار الأشياء المقاسة وخطئها على دقة مقاومة السير والهواء فقد أجريت الحسابات لثمانى تجارب مختلفة ، ومن التجارب الثمانى هذه اختيرت أربع تجارب منها فى الشتاء والأربعة الأخرى فى الصيف بحيث كانت اثنتين من كل منها لعربة سطح وإثنتين لعربة مغطاه . وقد كانت دائما عربة من كل من الاثنين محملة والأخرى فارغة .

وفى جدول (٤) بالأعمدة ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ أعطيت المقادير المقاسة لحسابات العجلة ع ، والحدود الأربعة اللازمة لحساب $\Delta ع$ حسبت طبقاً للمعادلات من ١٤–١٧ وكتبت فى الأعمدة أرقام ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ وبالعمود ١١ أعطى المقدار $\Delta^{2} ع$.

يتضح من الجدول أن المقادير $\Delta ت_{1}$ ، $\Delta ت_{2}$ لها أكبر تأثير على دقة العجلة .

جدول (٤) : الخطأ المحتمل الأقصى $\Delta ع$

رقم التجربة	رقم العربة	$ت_{11}$	$ت_{1}$	$ت_{2}$	ل	$\Delta^{2}_{ل}(\frac{\partial ع}{\partial ل})^{2}$	$\Delta^{2}_{ت_{11}}(\frac{\partial ع}{\partial ت_{11}})^{2}$	$\Delta^{2}_{ت_{1}}(\frac{\partial ع}{\partial ت_{1}})^{2}$	$\Delta^{2}_{ت_{2}}(\frac{\partial ع}{\partial ت_{2}})^{2}$	$\Delta^{2} ع$	$\pm\Delta ع$	ع	$\frac{\Delta ع}{ع}$
		ث	ث	ث	م	$١٠^{-١٢}$	$١٠^{-١٢}$	$١٠^{-١٢}$	$١٠^{-١٢}$	$١٠^{-١٢}$	م/ث²	م/ث²	٪
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
١	Iz Km ٣٣٥ ٤٢٨	١٤,١١١	٠,٤٧٦٨	٠,٤٤١٦	١,٤	٦٠٠	٢	٨١٦١	١١٠٣٨	١٩٨٠١	٠,٠٠٠١٤	+٠,٠١٧١٥	٠,٨
٢	I ٣٢٠ ٦٣٠	١٠,٨٥٠	٠,٣٨١٤	٠,٣٦٦٤	١,٥	٤٧١	٢	٣٨٤١٦	٥٤٣٧٢	٩٣٢٦١	٠,٠٠٠٣١	+٠,٠١٦٣٥	١,٩
٣	Gr ١٥٠ ٩١٩	١٣,٢٠٧	٠,٤٧١٨	٠,٤٤٢٥	١,٥	٤٨٤	٢	١١١٩٨	١٤٤١٠	٢٦٠٩٤	٠,٠٠٠١٦	+٠,٠١٦٥١	١,٠
٤	Gzh ١٥٧ ٣٤٤	١٢,٥٧٨	٠,٤٣٥٦	٠,٤٤٥٧	١,٤	٦٣	٠	١٢٦٠٧	١١٥٢١	٢٤١٩١	٠,٠٠٠١٦	-٠,٠٠٥٥٥	٢,٩
٥	Ka ٢٠٣ ٣٨٦	١٠,١٨٥	٠,٣٦٣٣	٠,٣٣٨٨	١,٥	١٦٤٠	١٠	٥٣٥٦٤	٧٠٤٦٩	١٢٥٦٨٣	٠,٠٠٠٣٦	+٠,٠٣٠٣٦	١,٢
٦	Sun ٤٧٣ ١٠٥	١٠,٧٧٣	٠,٣٨٢٨	٠,٣٦٣٢	١,٥	٧٣٥	٤	٣٨٨٣٣	٤٧٧٣٤	٨٧٣٠٦	٠,٠٠٠٣٠	+٠,٠٢٠٣٤	١,٥
٧	Gr ٦٢ ٩٩٧	٩,٢٤٢	٠,٣٢٤٥	٠,٣١٢٠	١,٥	٧٦٥	٥	١٠٢٠٦٧	١١٩٠٩٤	٢٢١٩٣١	٠,٠٠٠٤٧	+٠,٠٢٠٧٥	٢,٣
٨	M ١١٧ ٦٤٩	٩,٦٥٨٠	٠,٣٤٠١	٠,٣٢٥٨	١,٥	٧٦٢	٥	٧٧٤٨٤	٩١٧٣٦	١٦٩٩٨٧	٠,٠٠٠٤١	+٠,٠٢٠٧٦	٢,٠

جدول (٥) : الخطأ المحتمل الأقصى Δ س

[illegible]	رقم العربة	قطر الدوران للعجلة الجديدة	[illegible]	ش	٢ ق	$\Delta^2_{ش} \cdot (\frac{\partial س}{\partial ش})^2$	$\Delta^2_{ق} \cdot (\frac{\partial س}{\partial ق})^2$	$\Delta^2 س$	Δ س	س	$\frac{\Delta س}{س} 100$
		سم	سم	كجم	كجم	10^{-12}	10^{-12}	10^{-12}			%
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
١	Izkn ٣٣٥ ٤٢٨	١٠٢٠	٥٠	٤٣٢	١٧ ٦٠٥	٣ ٧٣٠ ...	٨ ٦٧٧ ١٥٢	١٢ ٤٠٧ ...	٠,٠٠٣٥	١,٠٤٩١	٧,١
٢	I ٣٢٠ ٦٣٠	١٠٢٠	٦٠	٤٧٦	٣٦٧٥	٨٥ ٥٩٥ ...	٨٣٠	٨٥ ٥٩٦ ...	٠,٠٠٩٢	١,٢٥٩٠	٣,٦
٣	Gr ١٥٠ ٩١٩	١٠٠٠	٦٠	٤٥٧	١٢ ٠٦٥	٣ ٧٣٠ ...	١٠٠ ٨٧١ ٦٢٤	١٠٤ ٦٠٢ ...	٠,٠١٠٢	١,٠٧٥٨	١٣,٤
٤	Gzh ١٥٧ ٣٤٤	١٠٠٠	٦٠	٤٥٨	٦٥٠٠	٣٠ ٦٧٤ ...	٢٥ ٠٠٤	٣٠ ٦٩٩ ...	٠,٠٠٥٦	١,١٤٠٩	٤,-
٥	Kz ٢٠٣ ٣٨٦	١٠٢٠	٦٠	٤٥٨	١٥٠٥٠	٥١٠٤ ...	١ ٩٩٩ ٢٩٦	٧ ١٠٣ ...	٠,٠٠٢٧	١,٠٦٠٩	٤,٤
٦	Sun ٤٧٣١٠٥	١٠٢٠	٦٠	٤٧٦	٤٠٧٥	٦٩ ٦١٦ ...	١ ٦٣٢	٦٩ ٦١٨ ...	٠,٠٠٨٤	١,٢٢٣٦	٣,٦
٧	Gr ١٦٢ ٦٩٧	١٠٠٠	٦٠	٤٥٨	١٢ ١١٥	٨ ٨٢٩ ...	١ ٠٢٦ ٩٢٢	٩ ٨٥٦ ...	٠,٠٠٣٠	١,٠٧٥٧	٤,-
٨	M ١١٧ ٦٤٩	١٠٢٠	٤٥	٤٠٧	٣٦٧٥	٥٨ ٠٥٠ ...	٦٧ ٧١٢	٥٨ ١١٨ ...	٠,٠٠٧٦	١,٢٢١٥	٣,٤

جدول (٦) : الخطأ المحتمل الأقصى Δ م س+هـ

[illegible]	رقم العربة	نوع الارتباط	درجة الحرارة	ك	ل ٢١	ك س+هـ	$\Delta^2_{ك} \cdot (\frac{\partial م_{س+هـ}}{\partial ك})^2$	$\Delta^2_{ع} \cdot (\frac{\partial ك_{س+هـ}}{\partial ع})^2$	$\Delta^2_{س} \cdot (\frac{\partial ك_{س+هـ}}{\partial س})^2$	$\Delta^2 ك_{س+هـ}$	$\pm\Delta ك_{س+هـ}$	$\frac{\Delta م_{س+هـ}}{ك_{س+هـ}}$
			°	%	سم	كجم/الطن	10^{-8}	10^{-8}	10^{-8}	10^{-8}	كجم/الطن	%
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
١	Izkn ٣٣٥٤٢٨	CS	١-	٣,٦٤	٤٣,٢٨	١,٨٠٤	١ ٣٢٢ ٥٠٠	٢٢ ٦٤٨	٣٧٩٢	١ ٣٤٨ ٩٤٠	٠,١١٦	٦,٤
٢	I ٣٢٠٦٣٠	CS	٢-	٣,٥١	٤٣,٤٠	١,٤١١	١ ٣٢٢ ٥٠٠	١٥٣ ٦٣٨	٢٥١٥٨٠	١ ٤٩٩ ٩٢٥	٠,١٢٢	٨,٦
٣	Gr ١٥٠٩١٩	CS	٢-	٣,٥١	٤٣,٤٠	١,٦٩٩	١٣٢٢ ٥٠٠	٣١ ٣٨٦	٢٣٧٨٧	١ ٣٨٣ ٥١٨	٠,١١٧	٦,٩
٤	Gzh ١٥٧٣٤٤	CS	٣-	٣,٦٤	٤٣,٢٨	٤,٢٨٢	١ ٣٢٢ ٥٠٠	٣٢ ٧٢٦	٩٨٣	١٣٥٦ ٢٠٩	٠,١١٧	٢,٧
٥	Kz ٢٠٣٣٨٥	CS	٣٠+	٣,٩٢	٤٣,٥٠	٠,٦٣٦	١ ٣٢٠ ٢٠٠	١٤٧ ٠٣٧	٦٨٠٦	١ ٤٧٤ ٠٤٣	٠,١٢١	١٩,-
٦	Sun ٤٧٣١٠٥	CS	٣٠+	٣,٩٢	٤٣,٥٠	١,٣٦٣	١ ٣٢٠ ٢٠٠	١٣٨ ٠٨٣	٢٩٩٢٦	١ ٤٨٨ ٢٠٩	٠,١٢٢	٩,-
٧	Gr ١٦٢٦٩٧	CS	٣٠+	٣,٩٢	٤٣,٥٠	١,٦٤٤	١ ٣٢٠ ٢٠٠	٢٦٦ ٨٧٢	٤٤١٢	١ ٥٩١٤٨٤	٠,١٢٦	٧,٧
٨	M ١١٧٦٤٩	CS	٢٧+	٣,٩٢	٤٣,٥٠	١,٣٣٥	١ ٣٢٠ ٢٠٠	٢٦٣ ٦١٦	٢٦٠٣٢	١ ٦٠٩٨٤٨	٠,١٢٧	٩,٥

إرتباط مباشر = CS

وفى جدول (٥) بالأعمدة ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ رصدت المقادير المقاسة بالتجارب الثمانية السابقة واللازمة لتحديد قيم معاملات اعتبار طاقة حركة الدوران σ ، والحدين اللازمين لتحديد المقدار △ ٢ σ حسبت تبعا للمعادلات ١٩ ، ٢٠ ورصدت بالأعمدة ٧ ، ٨ . ومن العمود ٩ يتضح قيم المقادير △ ٢ σ .

وبمقارنة عمود ١٢ من جدول (٥) مع عمود ١٤ من جدول (٤) فانه يمكن استنتاج أن دقة المقدار σ هى أقل من دقة المقدار ع .

وفى جدول (٦) رصدت فى العمود ٣ طراز ارتكاز كرة الفخذ على المحور ، وفى عمود ٤ درجات الحرارة وفى عمود ٥ الميل الهابط لسكة القياس ، وفى العمود ٦ الطول ل ٢١ لسكة القياس .

وقد حسبت مقاومة السير والهواء حسب المعادلات من ١ـ٤ ورصدت فى العمود ٧ . وقد حسبت تبعا للمعادلات من ٧ـ٩ الحدود الثلاثة للمقدار △م س+هـ ورصدت فى الأعمدة ٨ ، ٩ ، ١٠ ويتضح من العمود ١٢ أن الخطأ المحتمل الأقصى △م س+هـ لمقاومة السير والهواء للثمانى تجارب يتراوح ما بين ١١ر٠ ، ١٣٠٠ر٠ (كجم/الطن) علما بأن مقدار مقاومة السير والهواء يتراوح ما بين ٦ر٠ ، ٣ر٤ (كجم/الطن) ، وبعبارة أخرى : الخطأ المحتمل الأقصى △م س+هـ هو تقريبا ثابتا . فاذا ما عبر عن الخطأ المحتمل الأقصى △م س+هـ بنسبة مئوية من مقاومة السير والهواء فانه ينتج بديهيا حسب مقدار مقاومة السير والهواء فرق واضح من تجربة إلى أخرى كما يتضح من عمود ١٣ .

يتضح كذلك أن دقة مقاومة السير تتأثر كثيرا بالخطأ المحتمل △م ل ، وعليه فانه لاستنتاج قيم دقيقة للمقدار م س+هـ فانه يستحسن أن تكون سكة القياس ثابتة أى يجب دكها على فترات متقاربة وكذلك يجب الاعتناء بقياس ميل الخط الذى يدخل فى حساباتنا .

REFERENCES

1) **W. Mueller,** Eisenbahnalagen und Fahrdynamik, Springer verlag, 1953. S. 17.

2) **Gottschalk,** Laufwidedstaende der Gueterwagen, Verkehrtechnische Woche, 30. Jahrgang, April 1936, S. 27-37.

3) **W. Mueller,** Der Anlaufwiderstand der Gueterwagen und die gestaltung der Anlauframpe eines Verschiebebahnohfs, Bahningenieur (1936), Nr. 35.

4) **Garbers,** Die Fahrzeuglager der Deutschen Reichsbahn, Org. Fortsch., Eisenbahnwesen (1936).

5) **Studiengesellschaft,** fuer Rangiertechnik, Anhang, Widerstandswerte, (Sonderausschuss 11), Verkehrstechnische Woche, Maerz, 1935, S. 5.

6) **N.O. Roginsiki, B.A. Rodimow, G. I. Subrilin,** Mechanisierung der Ablaufberganlagen, Fachverlag GMBH Leipzig, S. 10-13.

7). **Ewald Grassmann,** Neuermittlung der Rollwiderstaende freiablaufender Gueterwagen, I. Teil, Die Ermittlungsverfahren, ETR, Rangiertechnik 1946, Heft 16.

8) **H. Delvendahl** Neuermittlung. der Rollwiderstaende frei ablaufender Gueterwagen, II. Teil. Die Durchfuerung des Verfahrens und die Ermittlungsergebnisse, ETR, Rangiertechnik 1961, Heft 21.

ملخص الأبحاث بالقسم الانجليزى

النفاذية فى التربة الرملية

للدكتور مهندس عبد المنعم أحمد موسى

أجرى المؤلف هذا البحث ضمن بحثين قام بهما بجامعة آخن بألمانيا الغربية أثناء تواجده بها فى مهمة علمية على نفقة مؤسسة ألكسندر فون هومبلدت العلمية للعام الدراسى ١٩٦٤ — ١٩٦٥ . وسوف ينشر البحث الثانى وهو عن « قوة مقاومة القصر للتربة الرملية » على أحد صفحات هذه المجلة فى أعدادها القادمة .

لدراسة العوامل المؤثرة على نفاذية الرمل للمياه ، فقد أجريت تجارب النفاذية على عدة عينات مختلفة من الرمال المنتخبة من مواقع متعددة بألمانيا الغربية وعلى عينة مأخوذة من مدينة القاهرة . وقد روعى عند اختيار هذه العينات أن تكون ممثلة للرمال من حيث التباين فى منحنيات توزيع التدرج الحبيبى وكذا التباين فى شكل الحبيبات .

دلت نتائج التجارب على أنه هناك علاقة بين معامل النفاذية ونسبة الفراغات ممثلة بيانيا بخط مستقيم بين لوغاريتم كل من معامل النفاذية ونسبة الفراغات . وثبت أيضا أن هذه الخطوط المستقيمة متوازية لجميع الرمال المختبرة ولكنها تختلف فى مواقعها . وبدراسة خواص الرمال المستعملة فى التجارب تبين أن هناك علاقة مباشرة بين مواقع تلك الخطوط المستقيمة ومحنى التدرج الحبيبى ممثلا فى القطر المتوسط الفعال .

من ذلك اتضح أن معامل النفاذية للرمال يتوقف على عاملين اثنين فقط وهما : نسبة الفراغات ومنحنى التدرج الحبيبات — (هذا عدا العامل الخاص بدرجة حرارة المياه النافذة) — أما بالنسبة لشكل الحبيبات فانه لم يظهر لها تأثير على معامل النفاذية وقد يكون لها تأثير اذا كان شكلها لم يتكون طبيعيا كما فى حالة ناتج كسر الزلط والأحجار .

طريق تشغيل آبار الصرف الرأسى

للدكتور المهندس محمود عبد الحليم أبو زيد

تعتبر فترة الادارة من أهم العوامل التى تؤثر على اقتصاديات استعمال الصرف الرأسى بالآبار . ويكون تشغيل هذه الآبار باستمرار أو بصفة متقطعة حسب برنامج معين . فاذا أديرت الآبار بصفة متقطعة فسوف تقل فترة الادارة الكلية طوال الموسم وتقل تبعا لذلك تكاليف التشغيل والصيانة .

ويتناول هذا البحث طرق تشغيل الآبار بصفة متقطعة والبرامج المقترحة لذلك مع المحافظة على عمق معين للمياه الجوفية من سطح الأرض . كما أضيف مثال عملى لتوضيح مزايا وعيوب كل برنامج

مجلة
جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية ـ تصدرها كل ثلاثة
شهور جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة

الأشتراكات : جميع أعضاء جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

لغير الأعضاء :

الاشتراك السنوى

للمهندس	الهيئات
مـ ٦٠	مـ ٢٠٠

الاعلانات : مؤسسة مصر للطباعة والنشر
القاهرة ١٩ ش سوق التوفيقية
ت : ٧٢١٩٢ ـ ٥٩١٠٩

NILE WATER

MEDITERRANEAN WATER

EQUIVALENT PER MILLION

0 1 2 3 4

EQUIVALENT PER MILLION

50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750

Fig.(19.5)

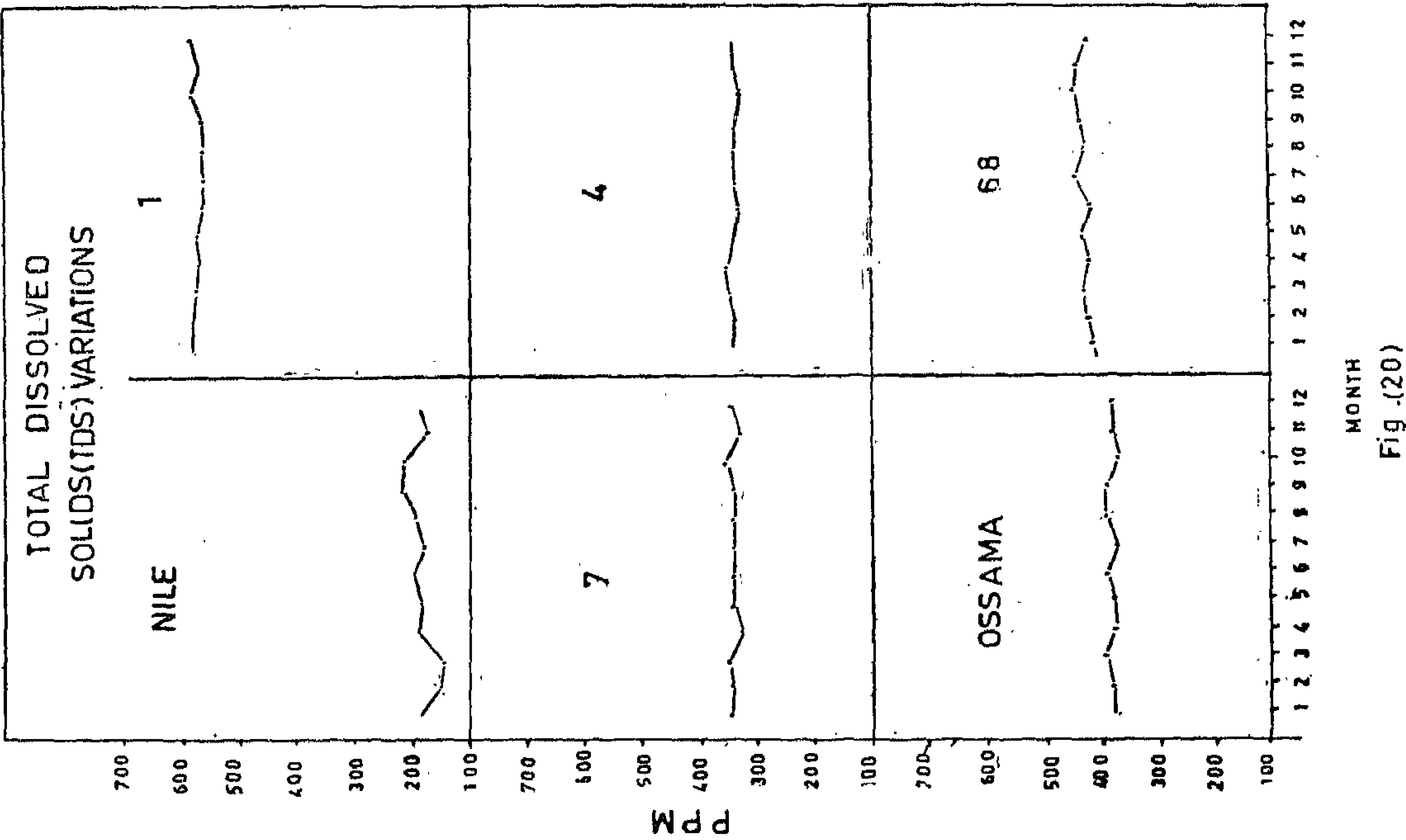


Fig.(20)

VARIATIONS IN WATER QUALITY (WADI EL-NATRUN AREA)

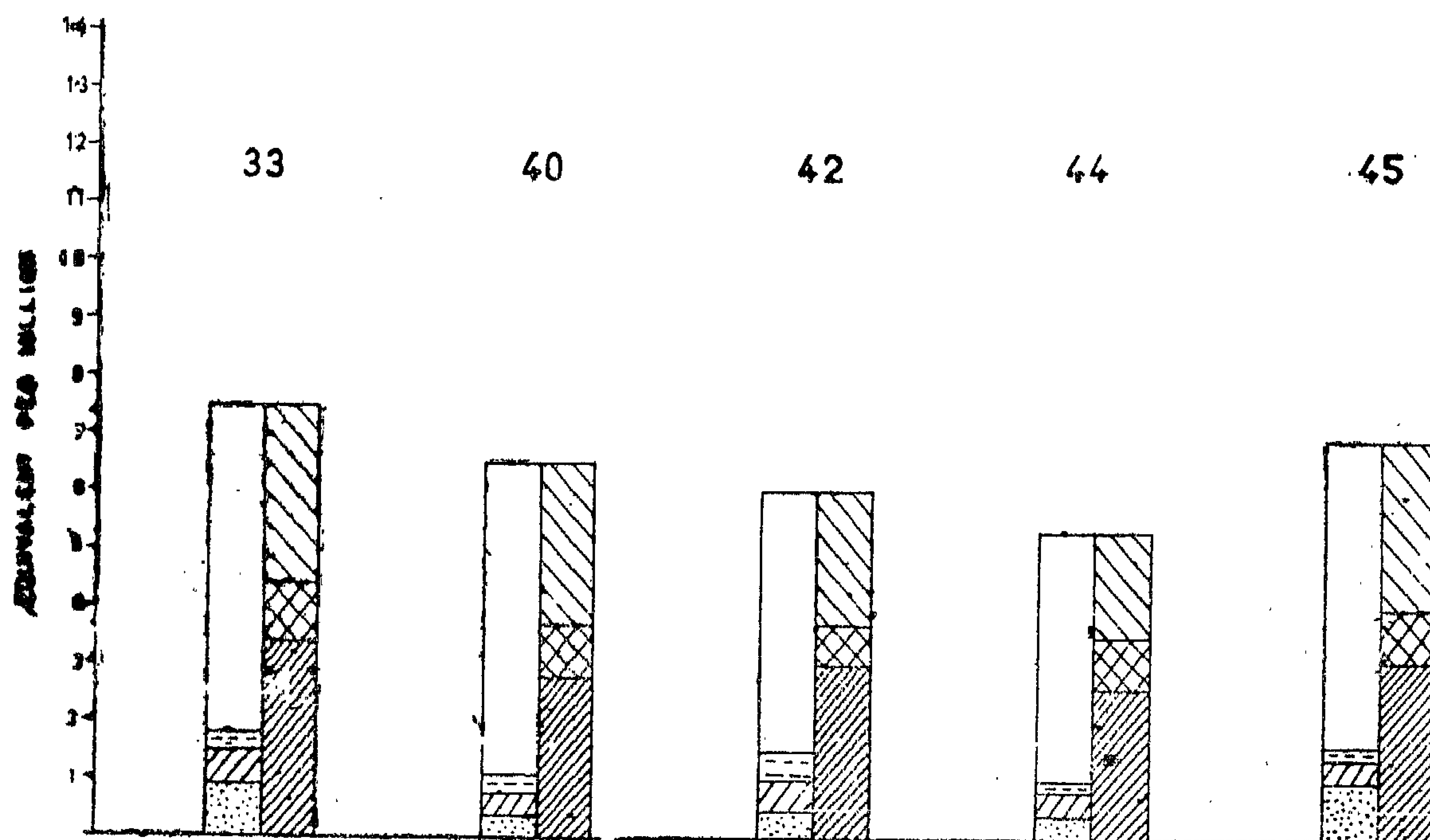
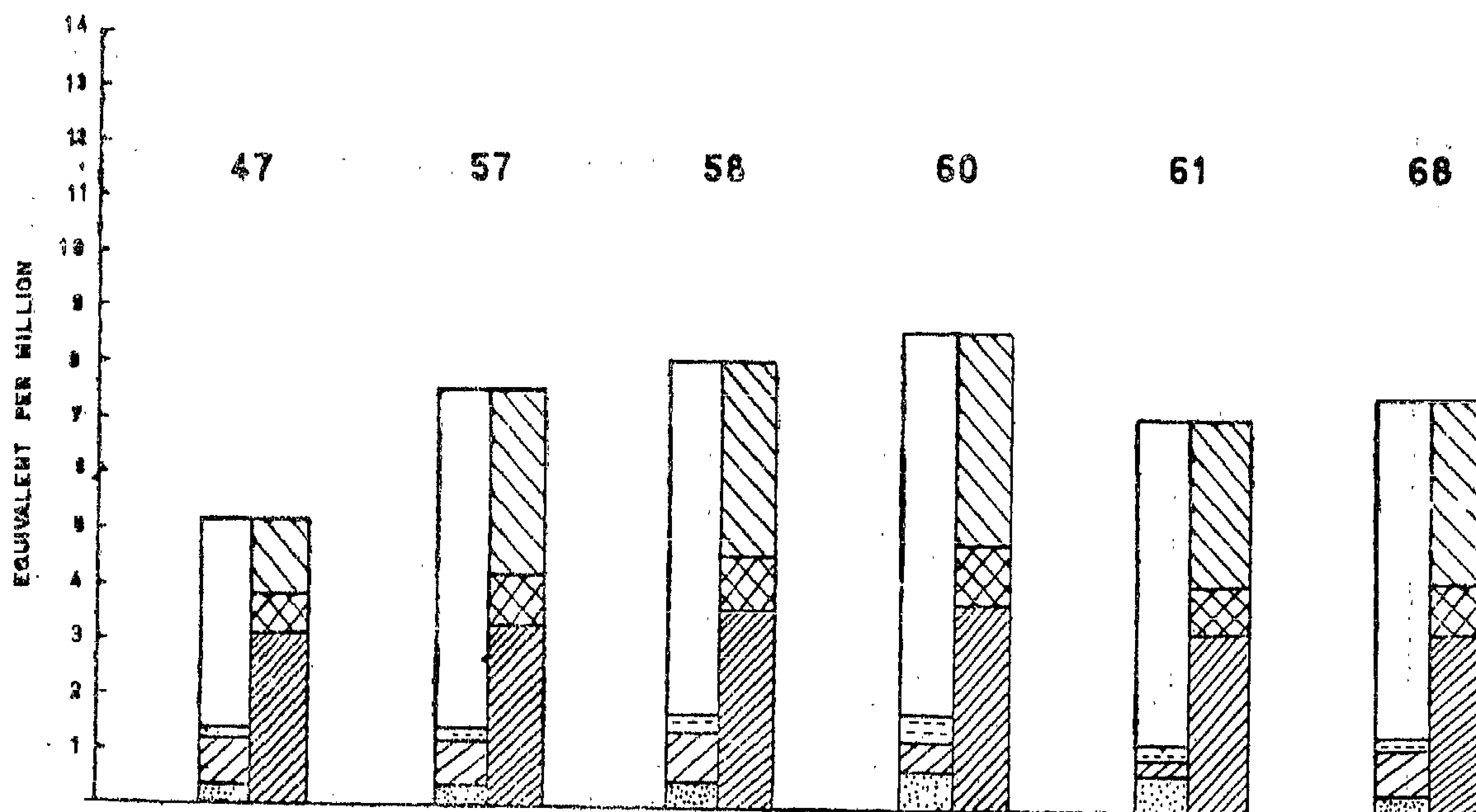


Fig. (19.3)

VARIATIONS IN WATER QUALITY (WADI EL-NATRUN AREA)



VARIATIONS IN WATER QUALITY (WADI EL-NATRUN AREA)

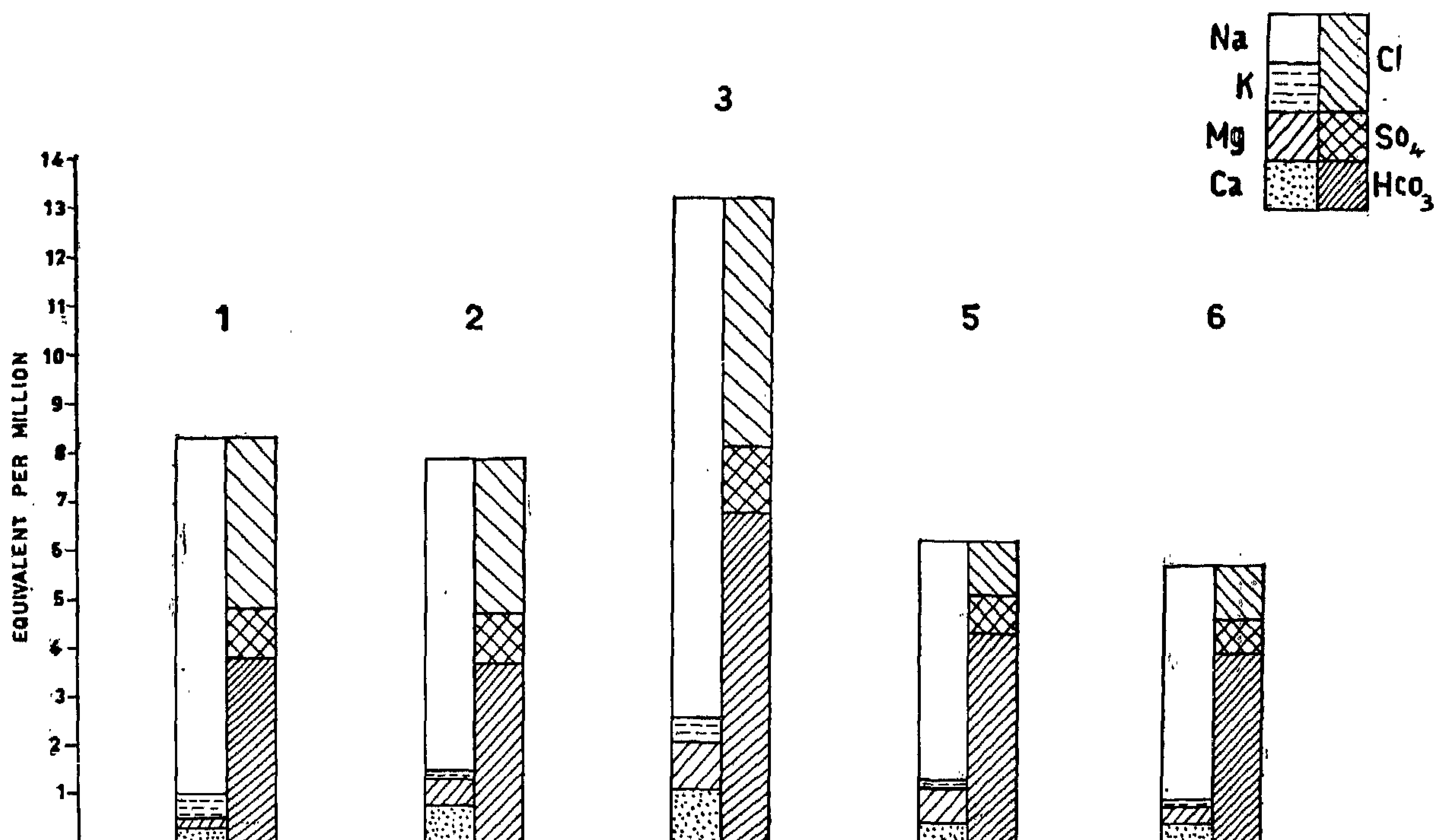


Fig.(19.1)

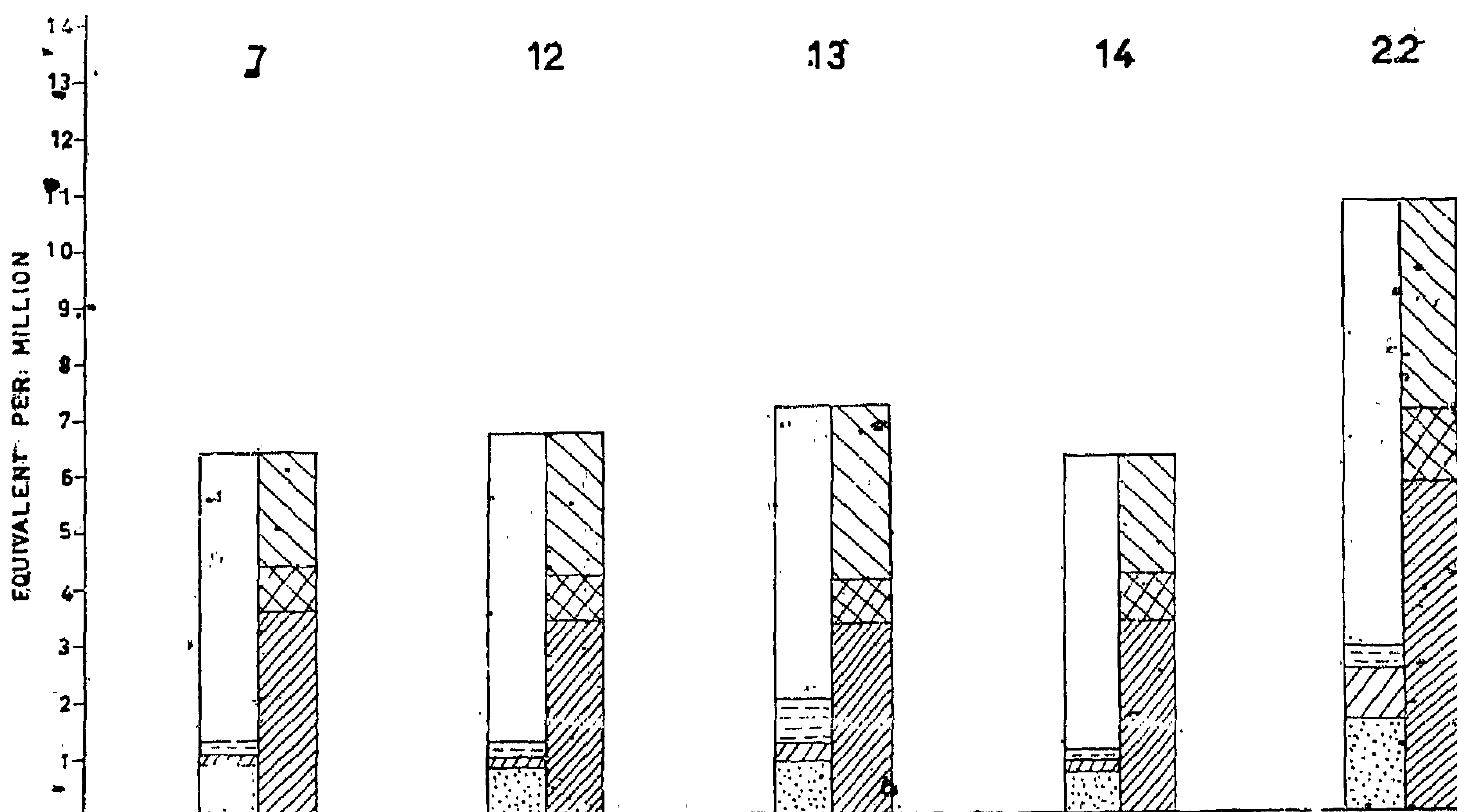


Fig.(19.2)

(b) RADIOMETRIC ANALYSES :

Using The Schmidt electrometer, the activity of the ground water of some of the wells, lying in the middle of the area, was determined.

In the present work, samples taken on spot, a few days old samples, and a few months old samples were investigated. Radium solutions of known activities were used to calibrate the electrometer. From this calibration the activity per litre of any water sample was determined.

10.2—**Results :**

Forty wells were selected representing the whole area. The chemical analyses obtained for these wells are represented in figure 19 which illustrates the concentration of Na, K, Ca, Mg, CO_3, HCO_3, SO_4 and Cl.

The variations of the (TDS), all over one year, for some of the wells are represented diagramatically in Fig. (20).

The chemical analyses show that there are no NH_3, NO_2 and NO_3 except in few wells where the amount of NH_3 does not exceed 0.2 ppm. This is an indication that the water is not polluted. In addition, bacteriological examination of the water confirms this result. The flouride content does not exceed .1 ppm. No lithium, barium, strontium, manganese and iron were found.

The average radioactivity for samples collected from the various wells were found to be $7.1 \pm 1.4 \times 10^{-11}$ curie per litre. No significant seasonal variations for this value were found. This activity lies within the permissible dose.

10.3—**Discussions and Conclusions :**

It is found, from the chemical analyses, that the salinity of the ground water in the Wadi El-Natrun area, ranges from 300 to 500 ppm except for the surroundings of the lakes. In some localities the salinity rises to 700 ppm approximately.

The homogenity and the low value of the salinity of the ground water in the Wadi El-Natrun area which occupies an extensive part of the "Wadi" indicate that this fresh water is derived from the Nile basin. This is in agreement with the results concluded from the water table maps.

The average observed ratio of the chloride to the carbonates plus the bicarbonates in the ground water indicates that this water cannot be polluted from the sea water.

10.4—**Reference :**

10.—Standard Methods for the Examination of Water, Sewage, and Industrial Wastes (1960).

10. CHEMICAL ANALYSIS AND RADIOACTIVITY OF THE GROUND-WATER IN WADI EL-NATRUN AREA(*)

The present work aimed at the determination of the chemical constituents and the radioactivity of the ground water in different localities in the area to test its suitability for irrigation and civic purposes. The results obtained would help in establishing a relation between the possible ground water resources feeding the water bearing formations.

10.1—Experimental :

(a) Chemical Analyses[10] :

The chemical analyses were carried out by two methods :

analytical method and,

flame photometric method.

Analytical Method :

Samples from the wells under investigation were analysed periodically following the standard methods. Samples from the Nile water and the Mediterranean Sea were also examined for correlation.

Flame Photometric Method :

The apparatus used for this purposes is the Beckman Model DU Quartz Spectrometer with the flame attachment employing an oxyhydrogen flame.

The metals investigated were : sodium, potassium, calcium. barium, strontium, lithium and copper.

The concentrations of these elements in the water samples were determined in the usual manner, i.e. by drawing a calibration curve for each element, embracing the unknown concentration of this element.

The major effects were considered : the anion effect and the cation effect.

The anion effect :

The depressing or enhancing of some anions, e.g. phosphates and sulphates on the flame luminosities of some metals in solution has always been known. The chemical analyses in the present work have shown, however, that wells investigated in Wadi El-Natrun area contain no phosphates. In order to eliminate the anion effect due to sulphate ion, sulphates in the samples were precipitated by means of barium chloride in acid medium, and the supernatant, as chloride, were analysed for the cations.

The cation effect :

Some cations have also a pronounced effect on the flame luminosity of other cations, if present together in the sprayed solution. To allow for this effect, a quantitative analysis was first carried out from which the approximate proportions of he various elements present were known.

The standard solutions used in drawing the calibration curves were then made to contain all these elements in these proportions. Thus any effect present in the sample was also present in the standard.

(*) *In collaboration with Mrs. F. Wahby, Chemist, Water Analysis Lab., Ministry of Public Health.*

The presence of more than one peak in some cases could be attributed to the presence of inhomogeneous stratified layers in the site concerned.

The results obtained for the coefficients of permeability, transmissibility and storage are in good agreement with those obtained by conventional method[5].

8. CONCLUSIONS

The results of the present investigations show clearly that the adsorption of tracers on to the water bearing formation particles does not influence their velocity in aquifers under pumping conditions. Consequently, the values of the effective porosity of ground water aquifers obtained applying the radioisotope technique are independent of the radioisotope applied.

The most suitable and convenient tracer for such experi ments is I^{131}. An activity of less than 100 millicuries is sufficient to carry out a run for effective porosity determination. The detection of I^{131} activity can be made using a scintillation probe or simply a set of G.M. counters. The short half-life of Br^{82} makes it inconvenient to be used. In the case of Cr^{51} it is necessary to use high activities (about one curie per run) to be easily detected in the field. On the other hand, its comparatively long half-life may result in hazards for the users of waters. It is also relatively expensive.

It could be concluded that there is no need to use the tritium for effective porosity determinations.

The values obtained for the effective porosisities together with those obtained for the coefficients of permeability, transmissibility and storage lead to the conclusion that the Wadi El-Natrun aquifer is inhomogeneous. This agrees with the results obtained from the geological survey of the area.

9. REFERENCES

1.—Todd D.K. Ground Water Hydrology, p. 78, Wiley (1960).

2.—Application of Isotope Techniques in Hydrology, IAEA Technical Reports Series No. 11 (1961).

3.—Hazzaa I.B., Saad K.F., Girgis, R.K., Bakr A.A., and Swailem F.M. Int. J. Appl. Rad. Isotopes 16, 261 (1965).

4.—Hazzaa I.B., Girgis R.K. and Saad K.F. Int. J. Appl. Rad. Isotopes 16, 487 (1965).

5.—Shata A., Pavlov and Saad K.F. Preliminary Report on The Geology, Hydrology and Ground-Water Hydrology, Desert Institute, Cairo, U.A.R. (1962).

6.—Halevy, E., and Nir, A.J. Geophys. Res. 67 (6), 2403 (1962).

7.—Andrew, J.T.G., Ellis, W.R., Seatonberry, B.W., and Wiebenga, W.A. Australian Atomic Energy Commission Research Establishment (AAEC/E 137, May 1965).

8.—Todd, D.K. Ground Water Hydrology, p. 59 Wiley (1960).

9.—Wisler, C.O. and Brater, E.F. Hydrology, p. 156, Wiley (1959)

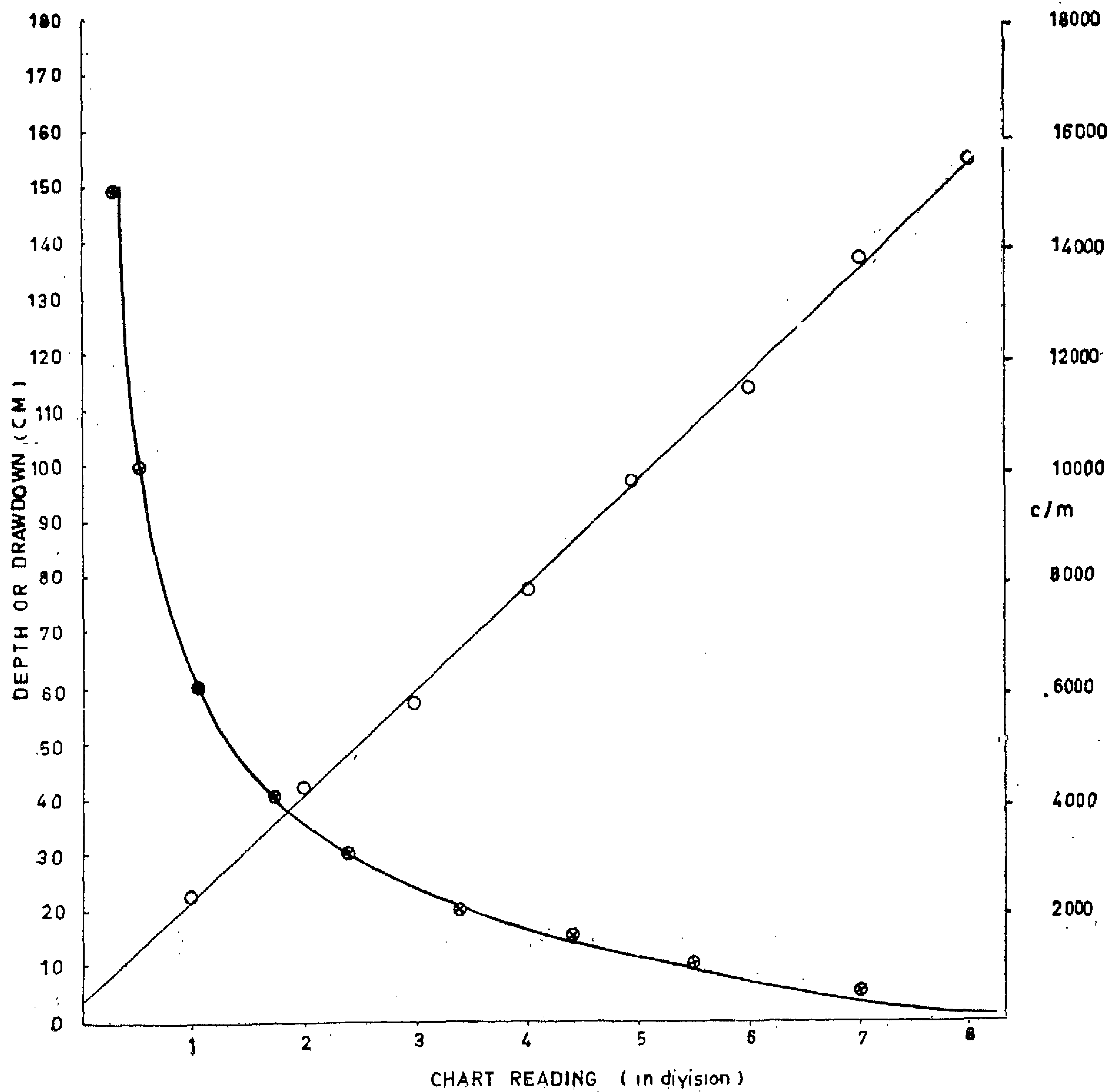

CALIBRATION CURVE
DEPTH OR DRAWDOWN (CM)
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
18000
16000
14000
12000
10000
c/m
8000
6000
4000
2000
1
2
3
4
5
6
7
8
CHART READING (in division)

Fig.(17)

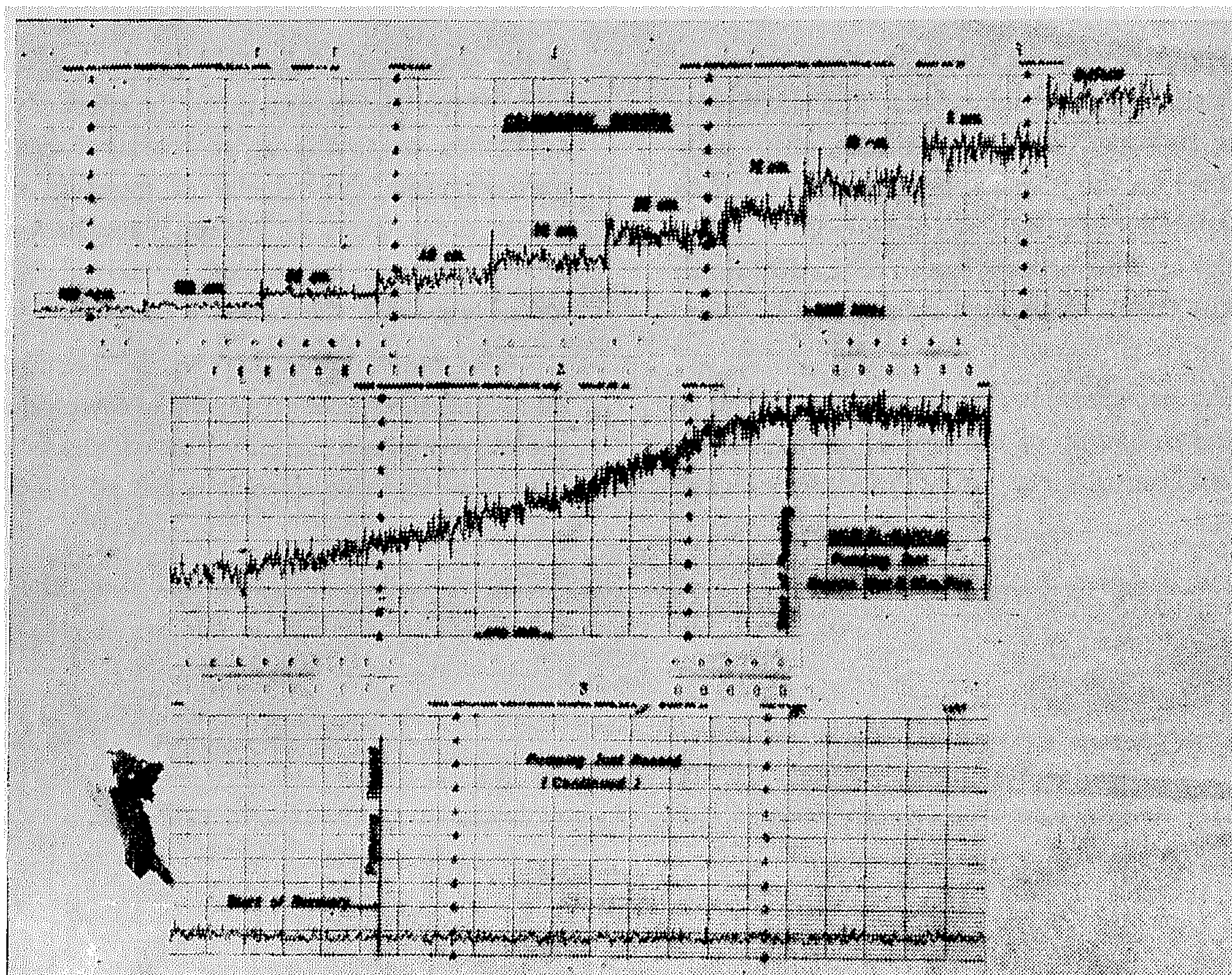


Fig. (16)

The data represented on the (activity, time after injection) curves show that :

1.—The time of arrival of each of the radio-isotopes is the same as that of tritium which was injected simultaneously with it ; and

2.—The shapes of the curves obtained for every run are identical. The peaks appearing in every couple of curves were reached at the same moment without any phase difference. The activities in every couple of curves at the end of the runs decrease in the same manner.

This indicates that adsorption has no significant effect upon the velocity of the tracers injected in aquifers under pumping conditions.

The values obtained for the effective porosities in the different sites applying the time (t) as that of the first detection of the activity are in good agreement with those found previously[5] by conventional methods. Application of the time (t) as that of the mean tracer arrival time[*] would result in very high values for the effective porosities in the different sites. A striking example is that of the well No. 68. The effective porosity is found to be 0.07. If the effective porosity is calculated considering (t) as the mean tracer arrival time[*], it would by 0.68 (fig. 7.2). The latter value had never been recorded in the whole area[5]. The average value[5] for porosity found in the whole area by conventional method is 0.30 ; and maximum estimated about 0.42.

(*) Time to mid-point of half-peak.

The present work ascertains the conclusions expressed in these publications. The simplicitity of the radioactive tracer methods, their independence on the physical conditions of aquifers, the capability of measuring directly the effective porosity and the prompt record of the drawdown in wells favour their application.

The experiments described above aimed at the determination of the aquifer parameters in Wadi El-Natrun area. In addition, they aimed at the evaluation of the field (in-situ-) applicability of the tracers to examine the effect of their adsorption on to the water bearing formation particles upon the velocity of travel of these tracers in aquifers. This effect, if present, would influence the values obtained by the radioactive techniques - for the effective porosity.

The radioisotopes applied in the present investigation represent a variety of chemical and radiation characteristics. The tritium is applied as a reference since it is not adsorbable.

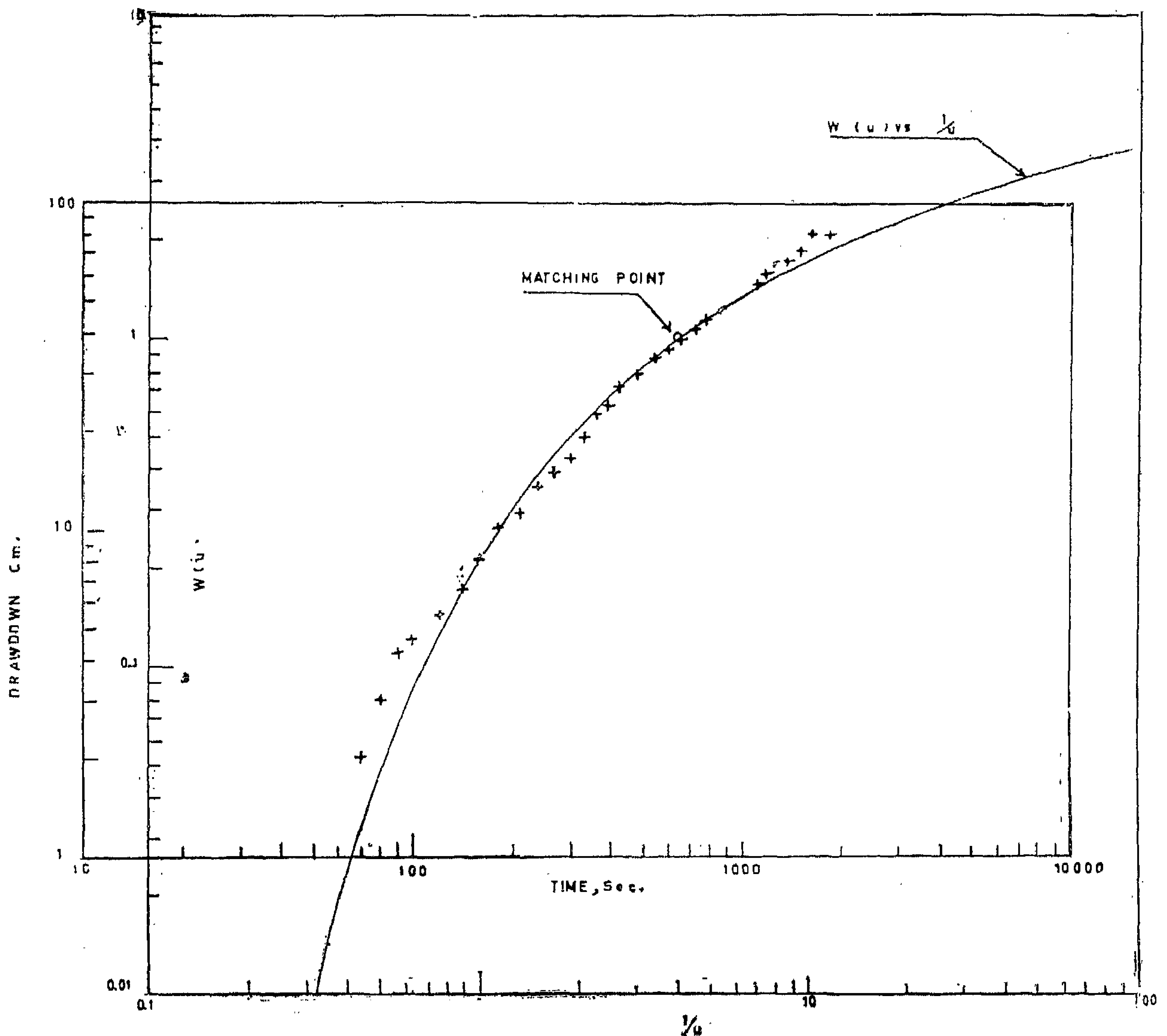


FIG.(15) DRAWDOWN-TIME CURVE (WELL OSSAMA)

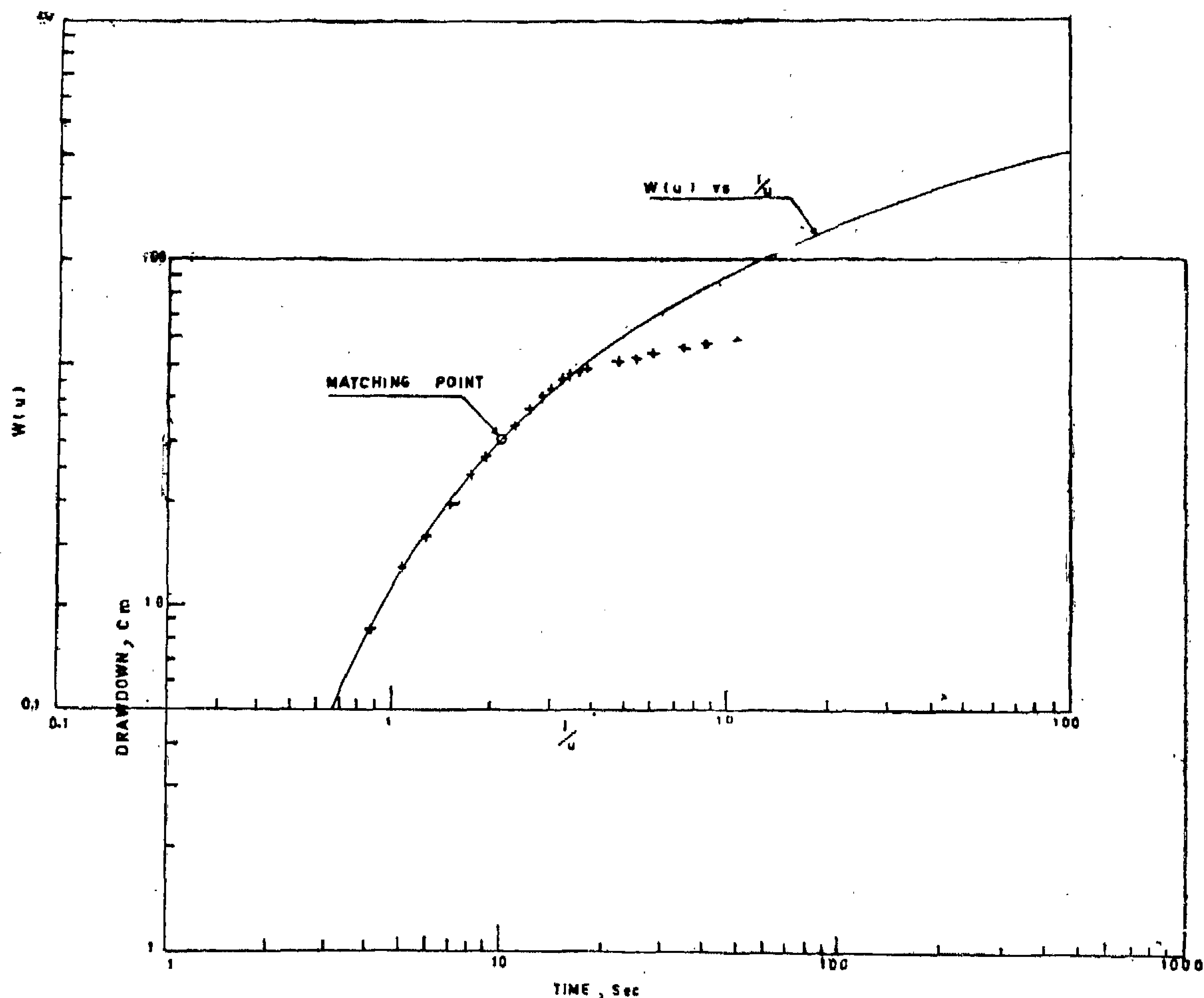


FIG.(14) DRAWDOWN-TIME CURVE(WELL '68)

Fig. (16) shows the record for the calibration for Ossama well. The distances from the starting point are shown in this figure. The calibration was made on increasing and decreasing the distance between the detector and the source. This record is represented, diagramatically, in figure (17).

The values for the coefficients of transmissibility T, storage **S** and permeabilityP obtained from the runs are given in table (4).

7. DISCUSSIONS

The investigators discussed, in previous publications, the techniques applied in this work and showed out the various advantages of these techniques and the agreement of the results obtained with that found applying conventional methods.

Table (4)

	Well No. 7	Well No. 68	Ossama Well
Thickness of aquifer (b)	33 m	27 m	30.5 m
Distance from pumped well (×)	50 m	5 m	50 m
Rate of pumping (Q)	63 m^3/h	96 m^3/h	180 m^3/h
Coefficient of transmissibility (T)	35.5 m^2/h	15.0 m^2/h	37.7 m^2/h
Coefficient of storage (S)	0.0020	0.0031	0.0024
Coefficient of Permeability (P)	1.07 m/h	0.57 m/h	1.24 m/h

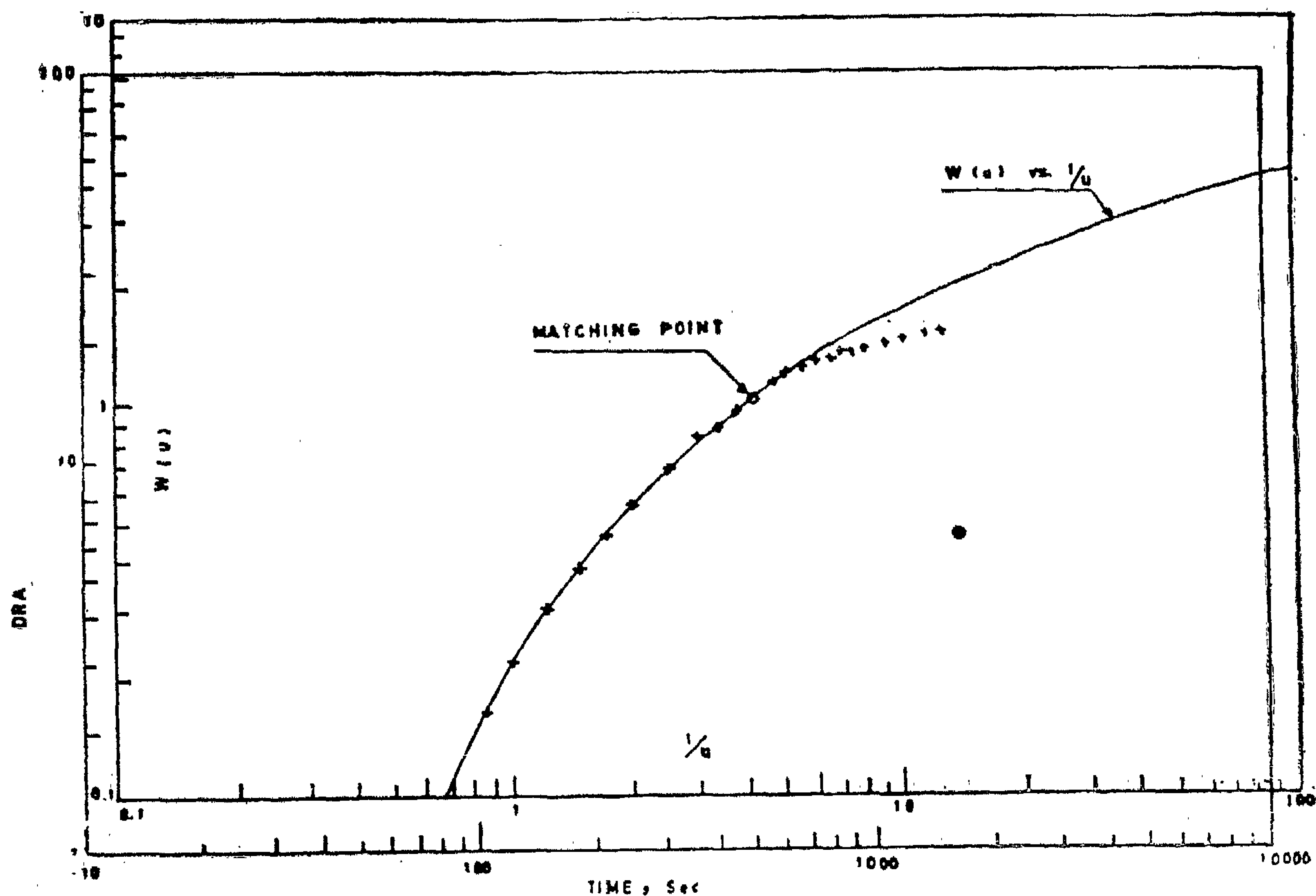


FIG.(13) DRAWDOWN-TIME CURVE (WELL 7)

Table (2)

I. **Effective Porosity :**

ii.—Well No. 68

Thickness of aquifer (b) = 27 m

Distance from pumped well (×) = 5 m

Radioisotope	Rate of pumping (Q) m3/h	Time of Arrival (t) hours	Effective Porosity Θ(e)	Duration of Expt. hours	Fig. No.
H^3 I^{131}	70	2.25 ± 0.25 2.25 ± 0.25	0.07	32.5	7.1 & 10.1
H^3 Br^{82}	96	1.50 ± 0.25 1.50 ± 0.25	0.07	37.5	7.2 & 10.2
H3 Cr^{51}	96	1.50 ± 0.25 1.50 ± 0.25	0.07	35.0	7.3 & 10.3

Table (3)

I. **Effective Porosity :**

iii.—Ossama Well

Thickness of aquifer (b) = 30.5 m

Distance from pumping well (×) = 10 m

Radioisotope	Rate of pumping (Q) m3/h	Time of arrival (t) hours	Effective Porosity (Θe)	Duration of Expt. hours	Fig. No.
H^3 I^{131}	98	21.00 ± 1.00 21.00 ± 1.00	0.21 1.02	48.5	8.1 & 11.1
H^3 Br^{82}	200	9.50 ± 0.50 9.50 ± 0.50	0.20 0.20	64.0	8.2 & 11.2
H^3 Cr^{51}	200	No activity had been detected after a run of 50 hours due to the blocking of the piezometer in spite of repeated trials for cleaning			

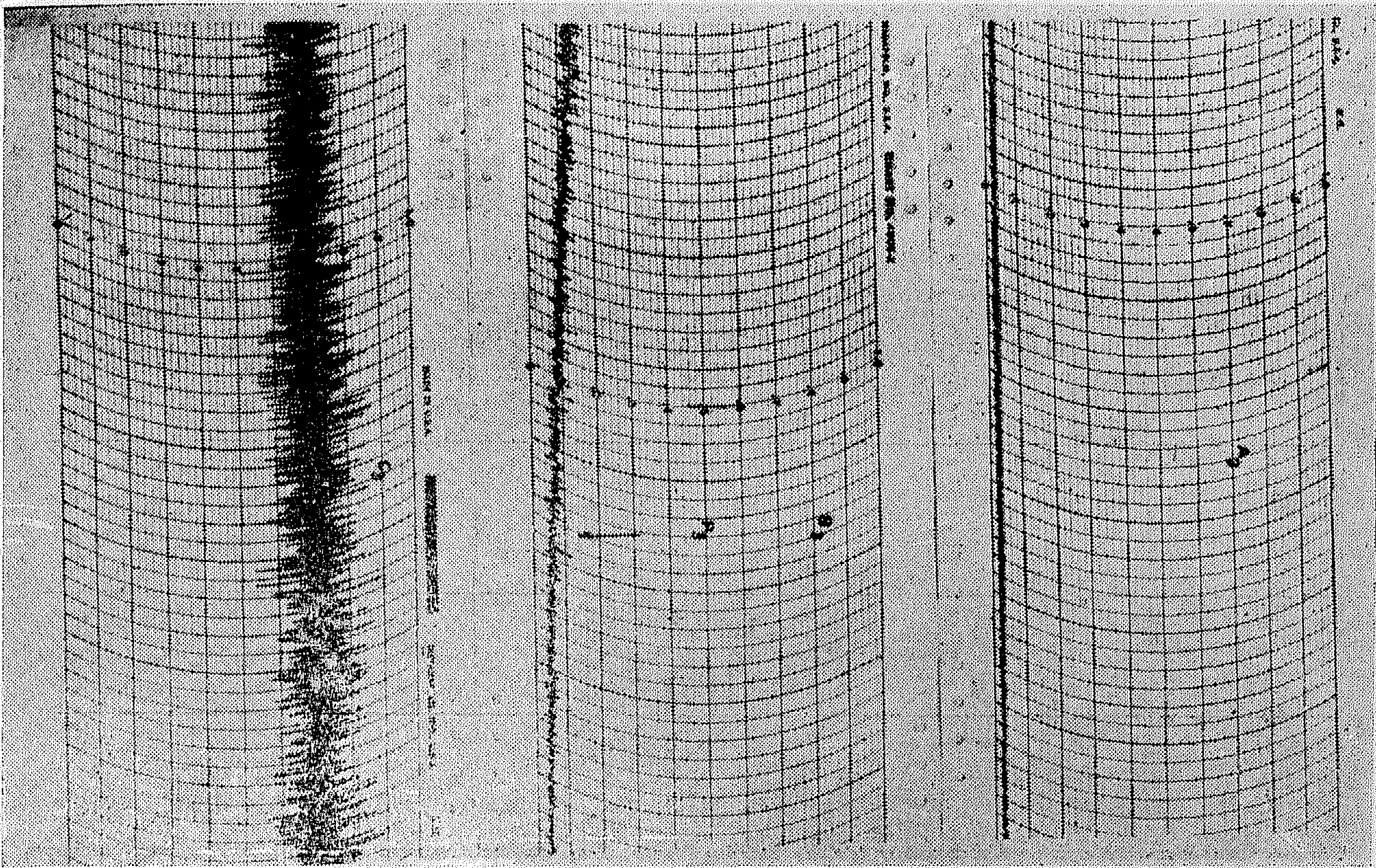


Fig. (12-3)

Table (1)

I. **Effective Porosity:**

i.—WELL No. 7

Thickness of aquifer (b) = 33 m

Distance from pumped well (X) = 10 m

Radioisotope	Rate of pumping (Q) m^3/h	Time of Arrival (t) hours	Effective Porosity (θe)	Duration of Expt. hours	Fig. No.
H^3 I^{131}	63	12.25 ± 0.50 12.25 ± 0.50	0.08	50.5	6.1 & 9.1
H^3 Br^{82}	71	11.25 ± 0.50 11.25 ± 0.50	0.08	57.5	6.2 & 9.2
H^3 Cr^{51}	63	13.50 ± 0.50 13.50 ± 0.50	0.08	47.0	6.3 & 9.3

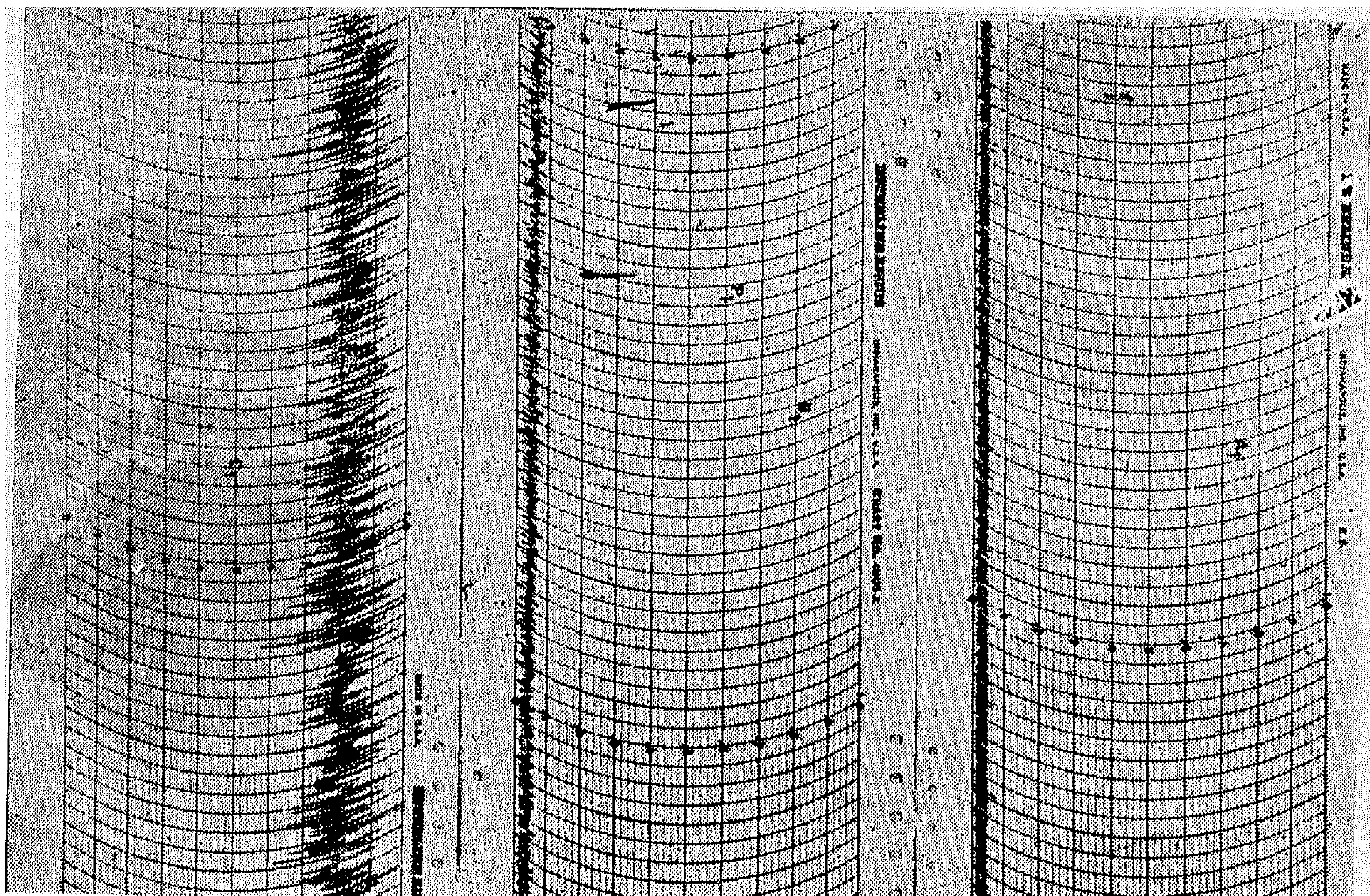


Fig. (12-1)

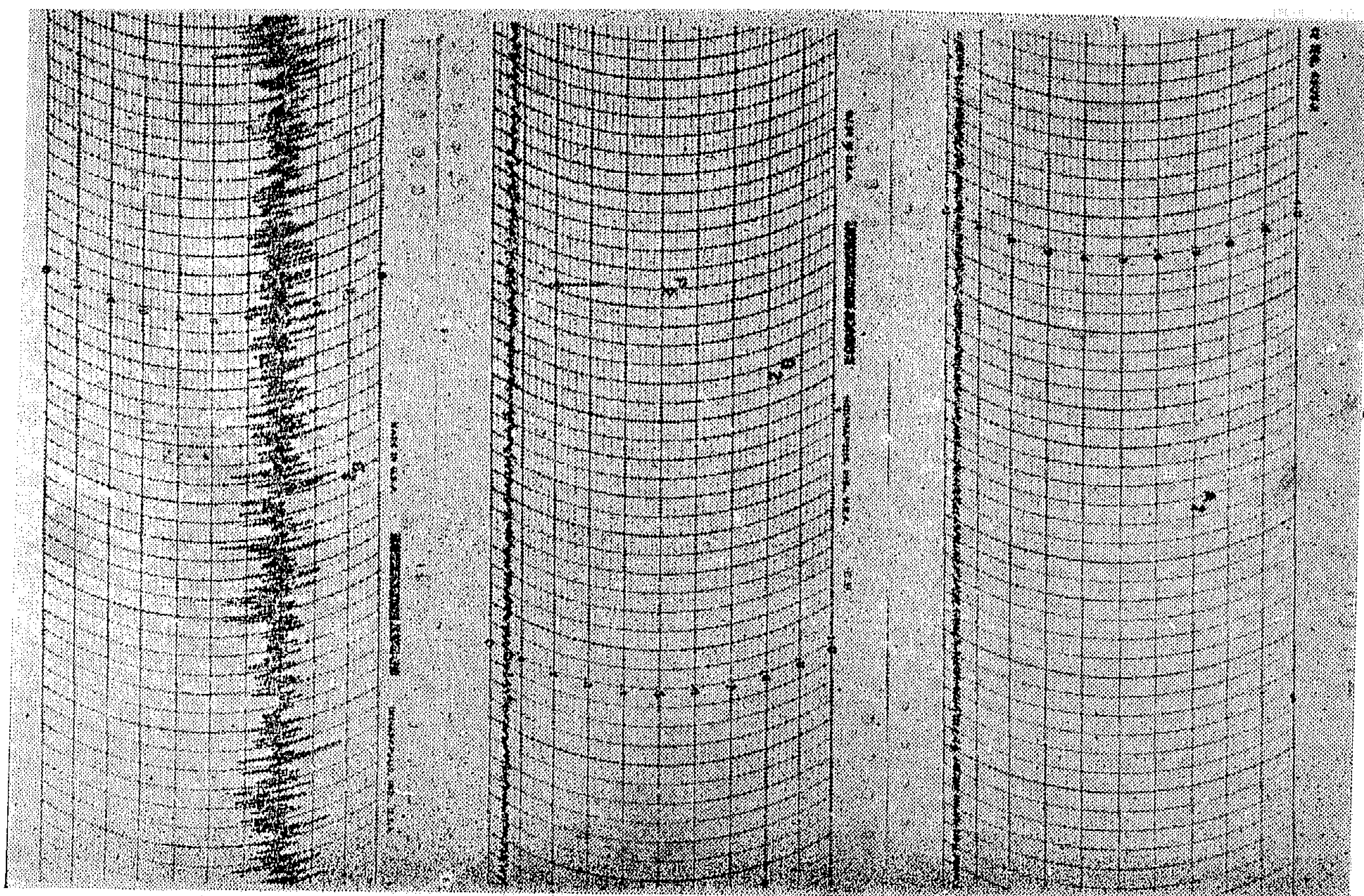
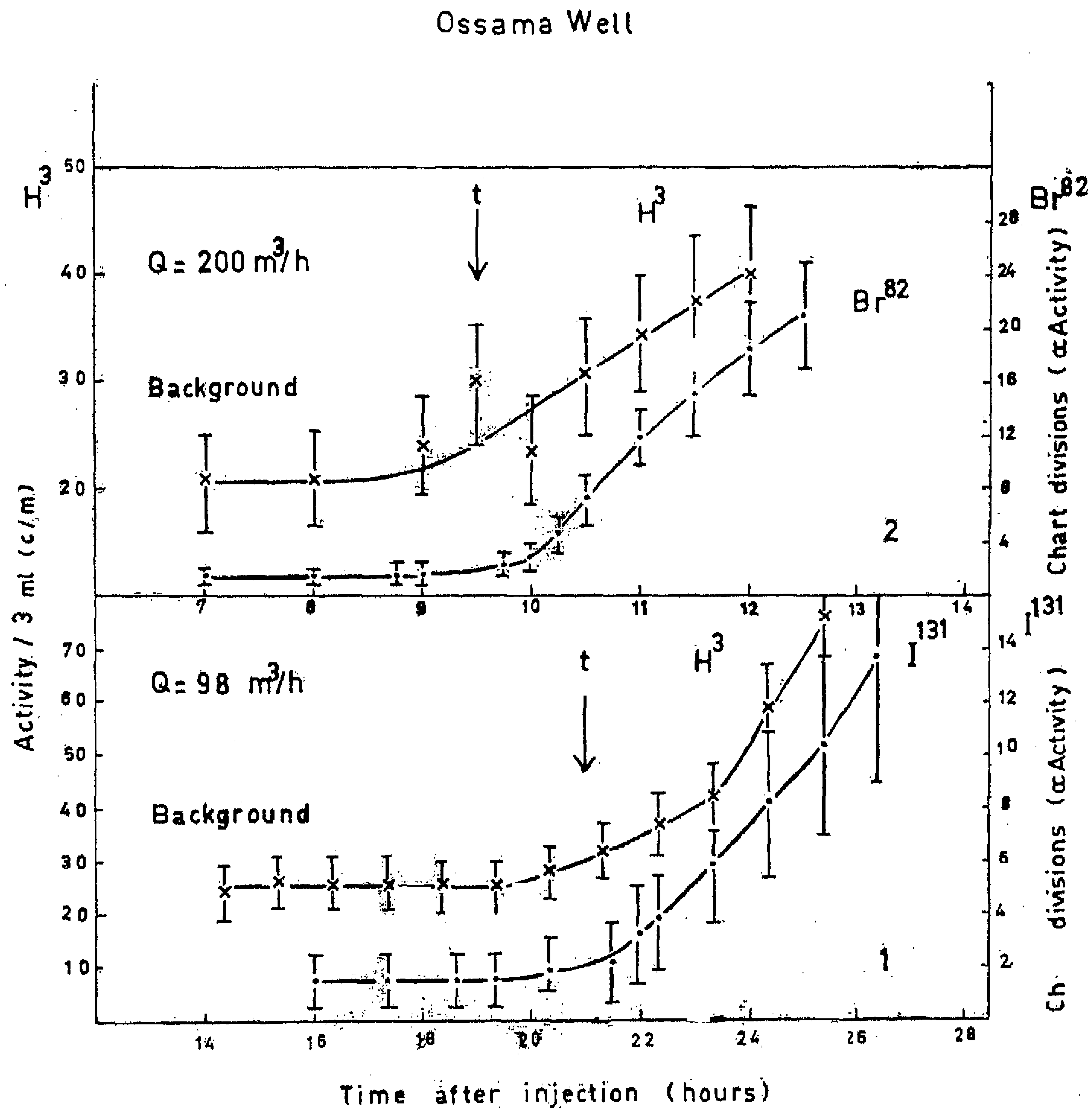


Fig. (12-2)



Ossama Well
H^3
Q = 200 m³/h
Background
t
H^3
Br^{82}
2
Q = 98 m³/h
Background
t
H^3
I^{131}
1
Activity / 3 ml (c/m)
Chart divisions (α Activity)
Ch divisions (α Activity)
Time after injection (hours)

Fig.(11)

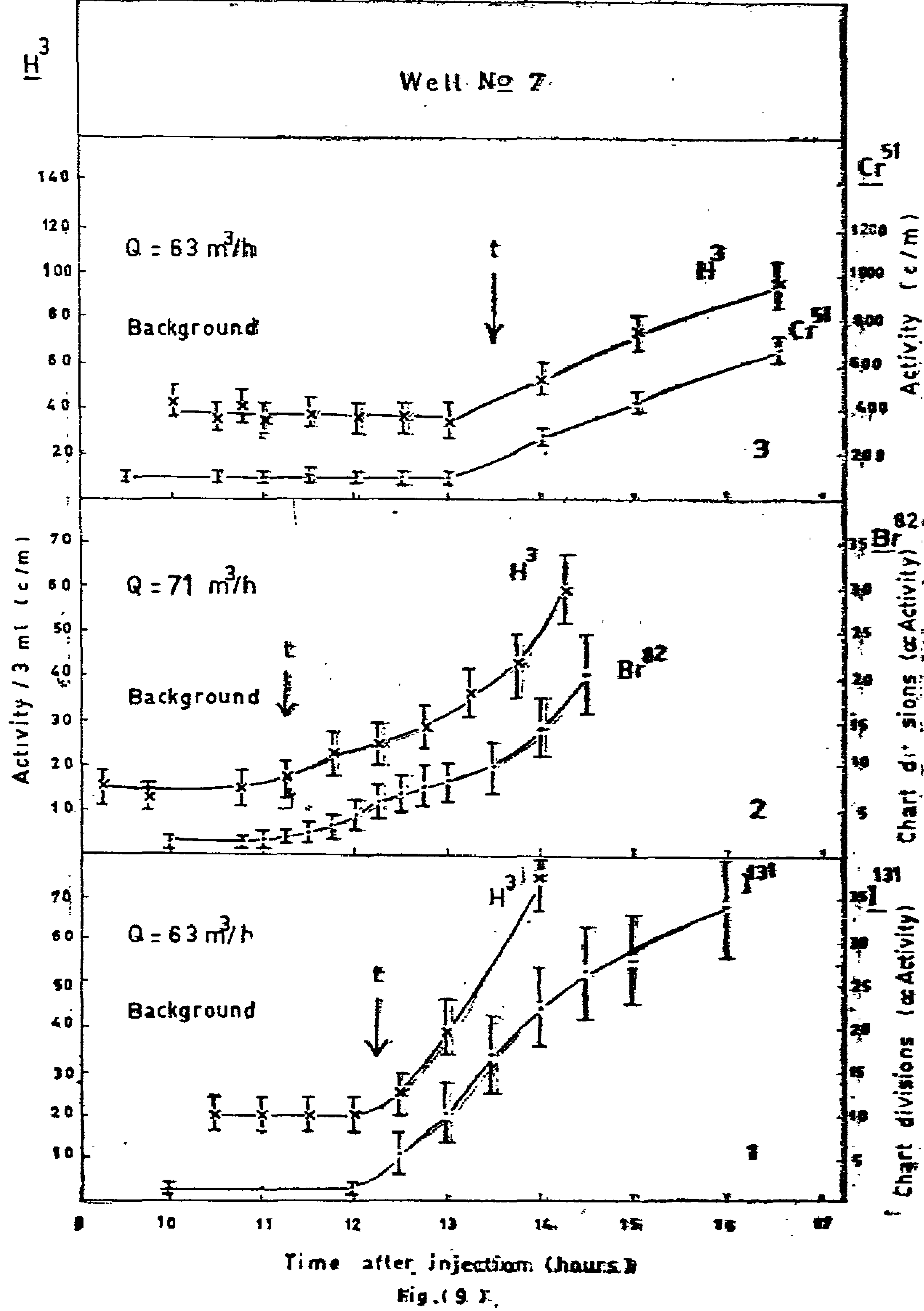

Well No 7
H³
Activity / 3 ml (c/m)
Q = 63 m³/h
Background
t
H³
Cr⁵¹
3
Activity (c/m)
Q = 71 m³/h
Background
t
H³
Br⁸²
2
Chart divisions (∝ Activity)
Q = 63 m³/h
Background
t
H³
I¹³¹
Chart divisions (∝ Activity)
Time after injection (hours)

Fig. (9).

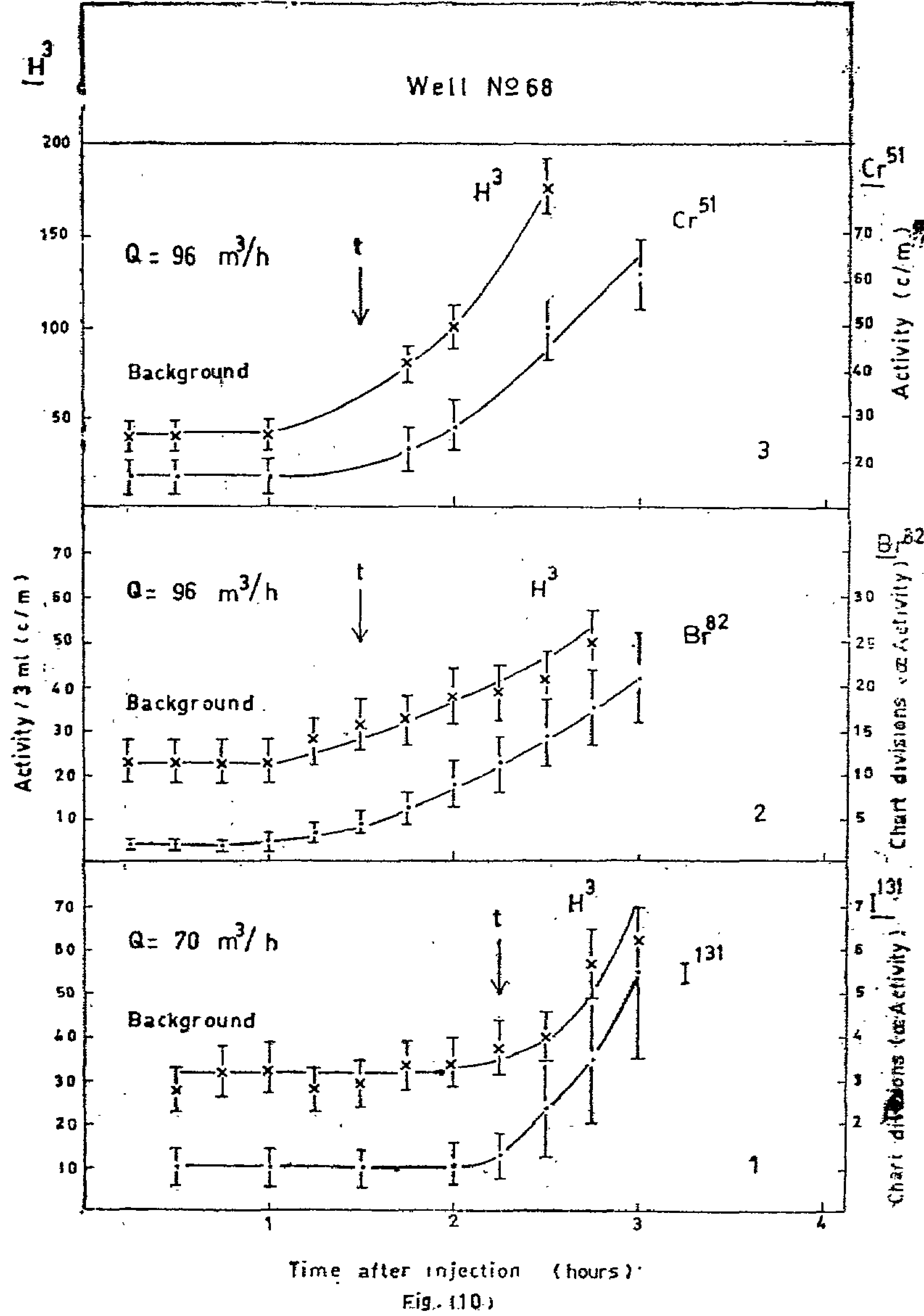
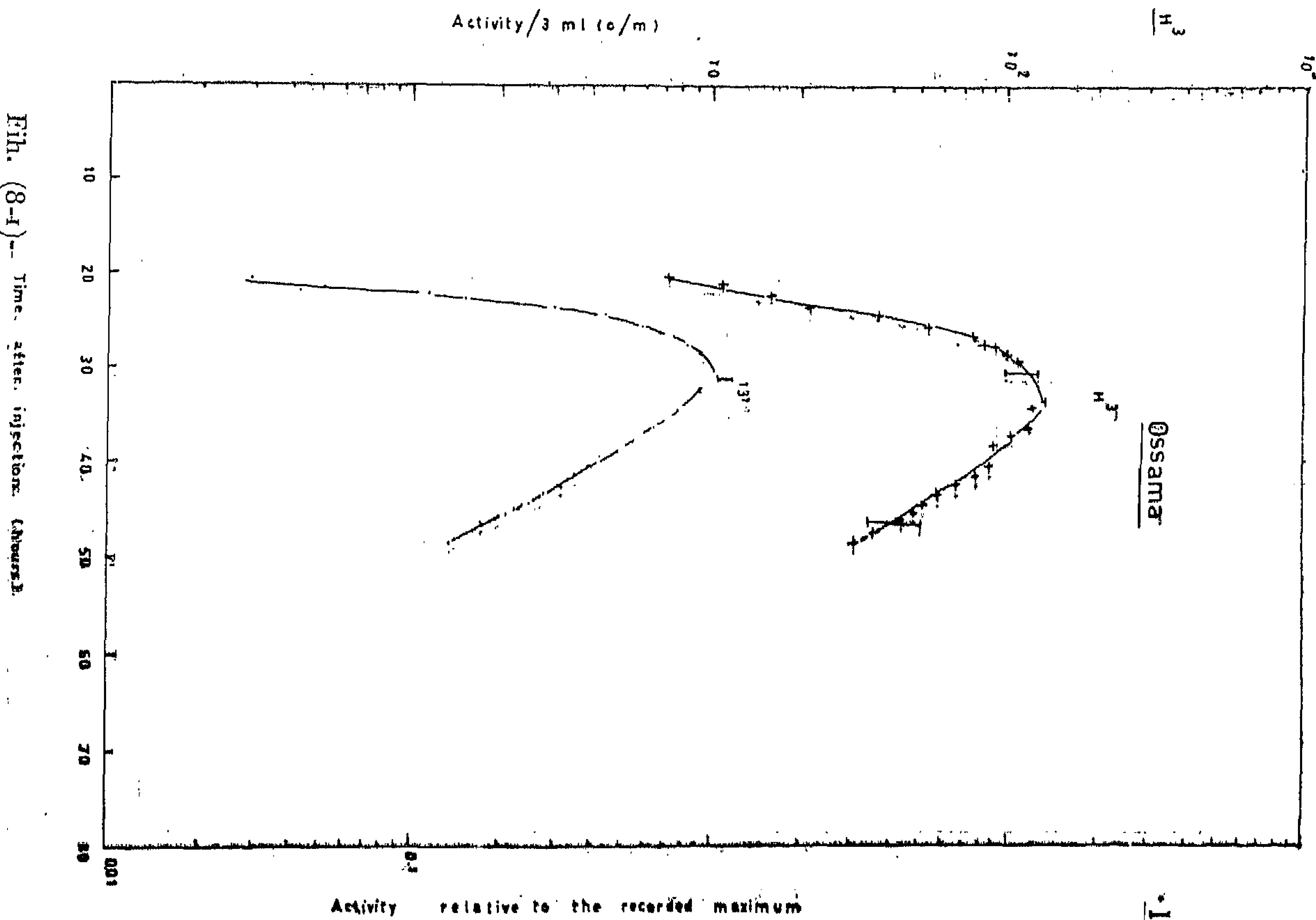

Well No 68
H³
Activity / 3 ml (c/m)
Q = 96 m³/h
Background
t
H³
Cr⁵¹
3
Activity (c/m)
Q = 96 m³/h
Background
t
H³
Br⁸²
2
Chart divisions (∝ Activity)
Q = 70 m³/h
Background
t
H³
I¹³¹
1
Chart divisions (∝ Activity)
Time after injection (hours)

Fig. (10).



Fih. (8-1)- Time after injection (hours).

Fig. (8-2)- Time after injection (hours)

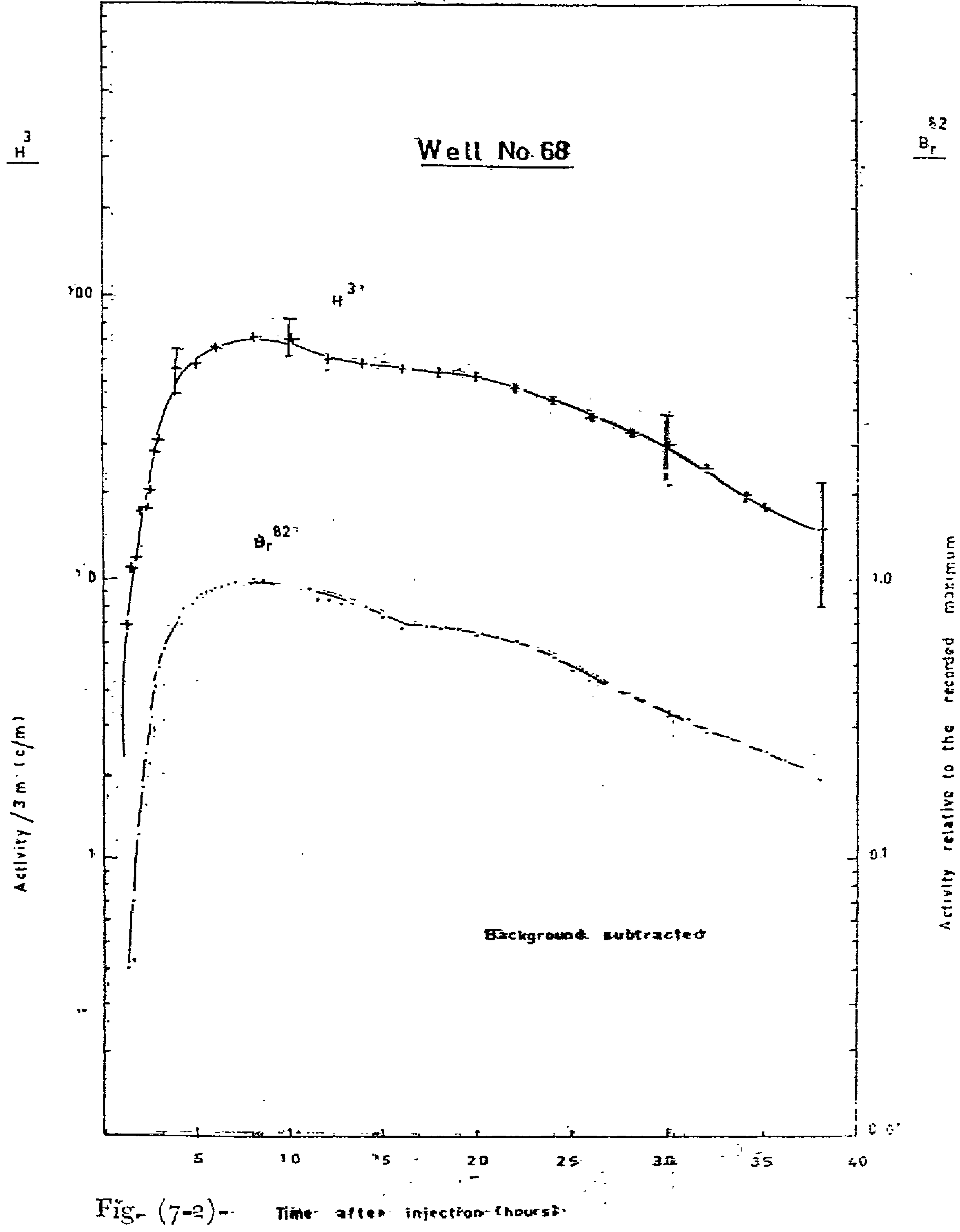

Well No. 68
Activity / 3 ml (c/m)
Activity relative to the recorded maximum
Time after injection (hours)
Background subtracted
H^3
B_r^{82}

Fig. (7-2).-

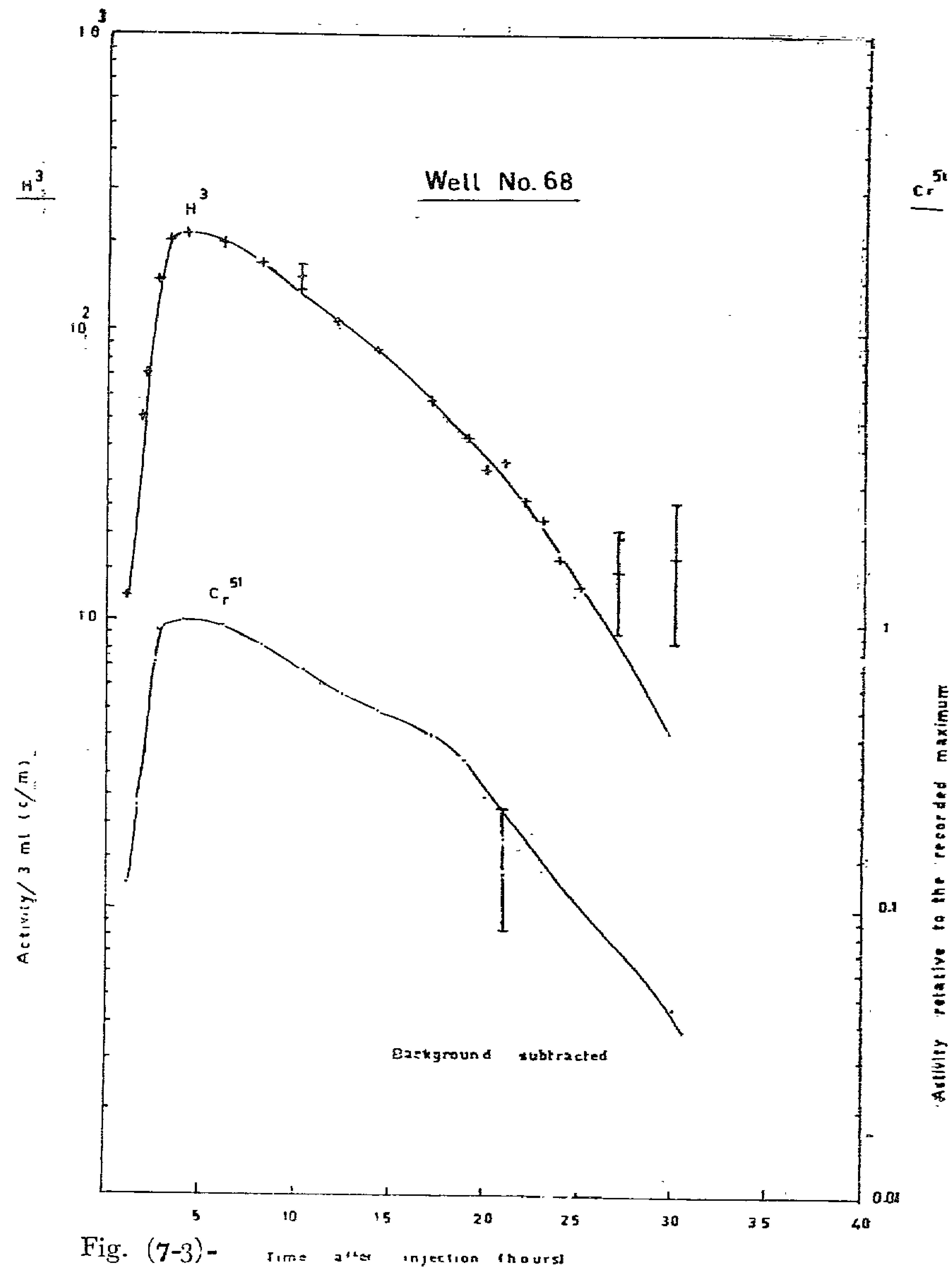

Well No. 68
Activity / 3 ml (c/m)
Activity relative to the recorded maximum
Time after injection (hours)
Background subtracted
H^3
C_r^{51}

Fig. (7-3)-

cribed in a provious section. In each locality three runs were undertaken injecting :

a) H^3 and I^{131} ;

b) H^3 and Br^{82} ; and

c) H^3 and Cr^{51} — EDTA

Every run lasted as long as possible.

The results obtained are represented on semi-log plots ; and the (activity, time after injection) curves, shown in figures (6, 7 and 8), were constructed.

For accurate determination of the time of arrival (t) of each isotope, the first parts of these (activity, time after injection) curves were replotted on linear plots. They are shown in figures (9, 10 and 11).

The I^{131} and Br^{82} curves were constructed from the chart records ; and the Cr^{51} and H^3 curves were constructed from the laboratory measurements of the activities of the collected samples. The activities were corrected for the decay.

Portions of the records, in the performed runs, are shown in figures (12). Parts A represent the background. Parts B show the continuous rise of the activity in the pumped water indicating the arrival of the radioactive tracer at the time represented by points P. Parts C show steady level of activity.

The results and calculations of Θ_e for the wells are summarized in tables 1, 2, and 3.

6.2—Transmitting and Storage Properties:

The (draw down, time) curves obtained for the three wells are shown in figures (13, 14 and 15).

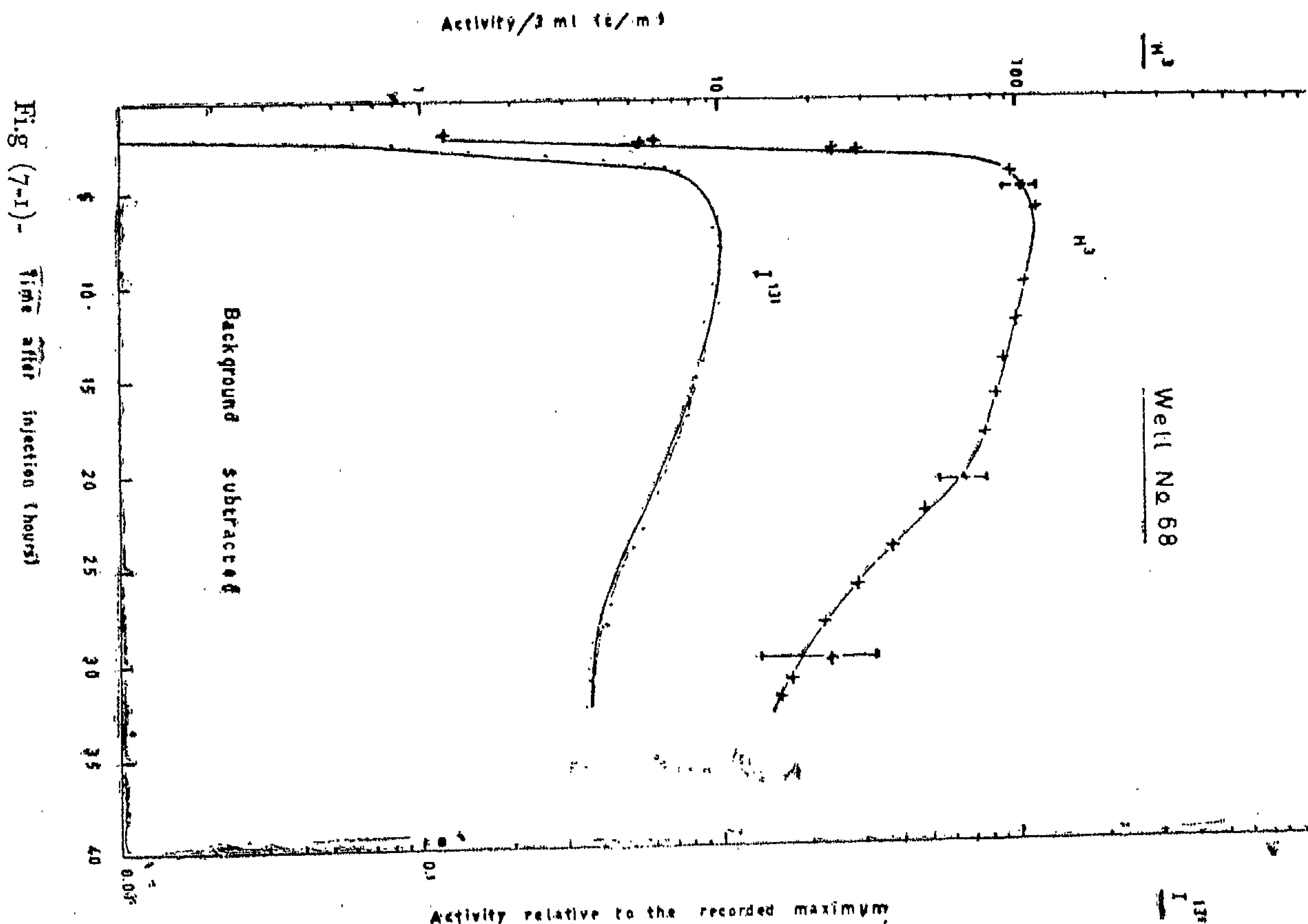


Fig (7-1)-

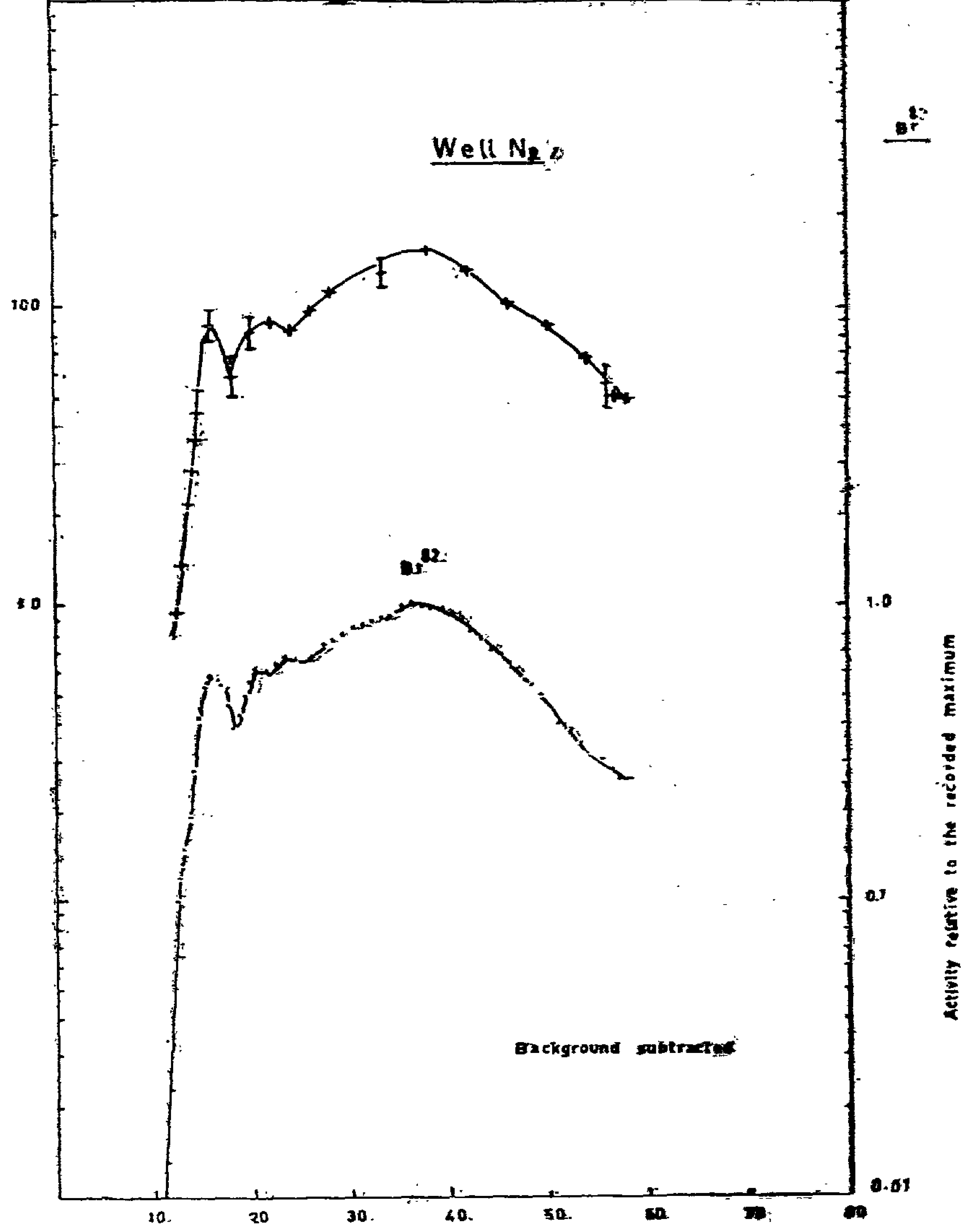


Fig. (6-2)- Time. after injection (hours)

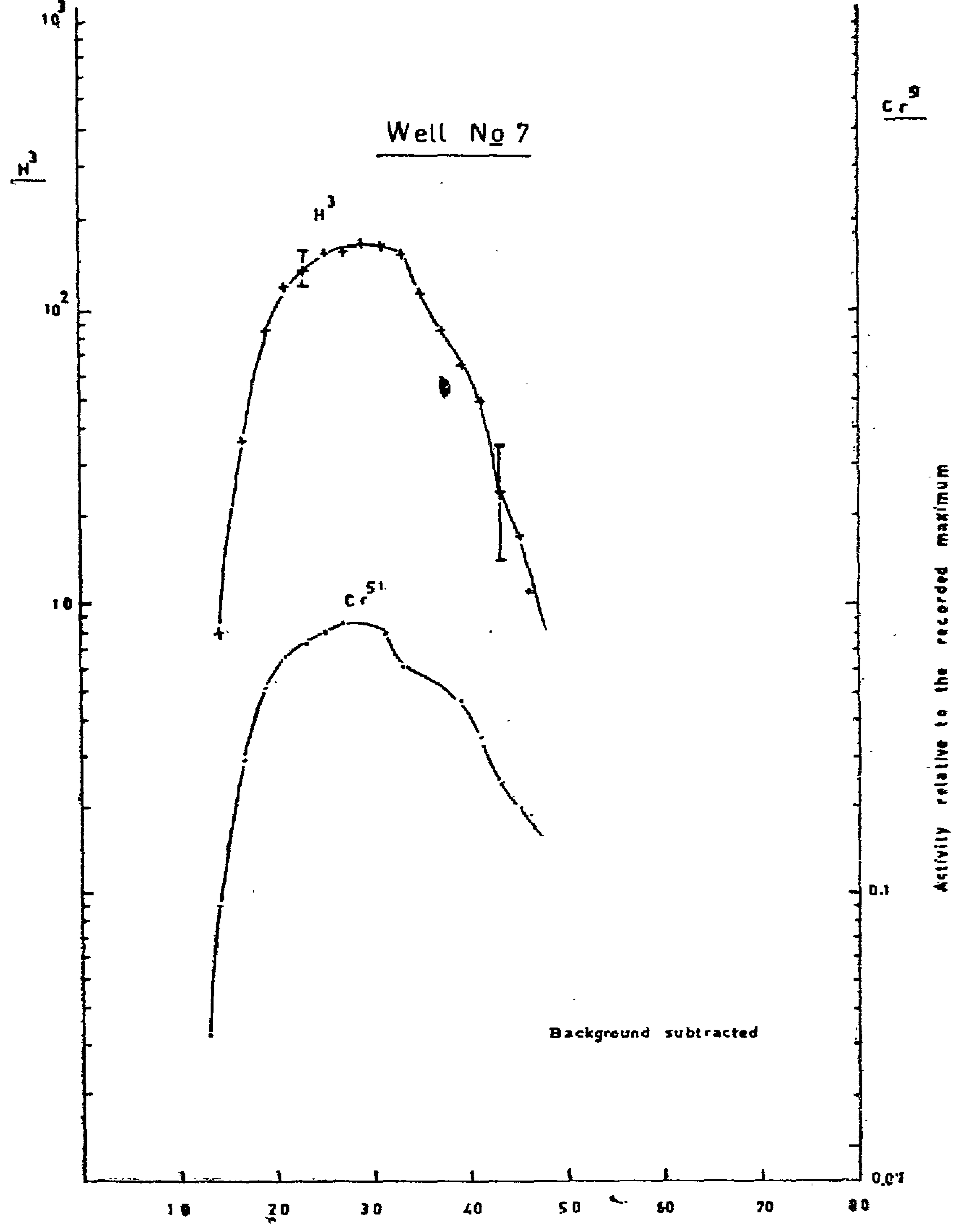


Fig. (6-3)- Time after injection (hours)

and $$u = \frac{r^2 S}{4 T t} \quad \ldots \quad (4)$$

where t is the time measured from the start of pumping, and r the distance of the piezometer from the pumped well. From (2) and (4) we have :

$$h . t = \frac{Q}{4 \Pi T} . \frac{r^2 S}{4 T} . W(u) . \frac{1}{u} \quad (5)$$

or

$$h . t = \text{const.} \left(W(u) . \frac{1}{u} \right) \quad \ldots \quad (6)$$

Then a log-log plot of h and t should be similar to a log-log plot of W (u) and 1/u with a constant shift.

The plot (log W (u) vs. log 1/u) is constructed using tables(9) for the function W (u). This plot is superimposed on the (log h vs. log t) plot as constructed from experimental results. A common point on the two graphs is chosen. The values W (u), 1/u, h and t for this point are applied to equations (2) and (4) to calculate T and S respectively.

The coefficient of permeability P can be calculated from the relation :

$$P = T/b$$

where b is the thickness of the aquifer.

6. RESULTS

6. 1—Effective Porosity :

Experiments for the determination of the effective porosity in the Wadi El-Natrun area had been carried out in the three localities des-

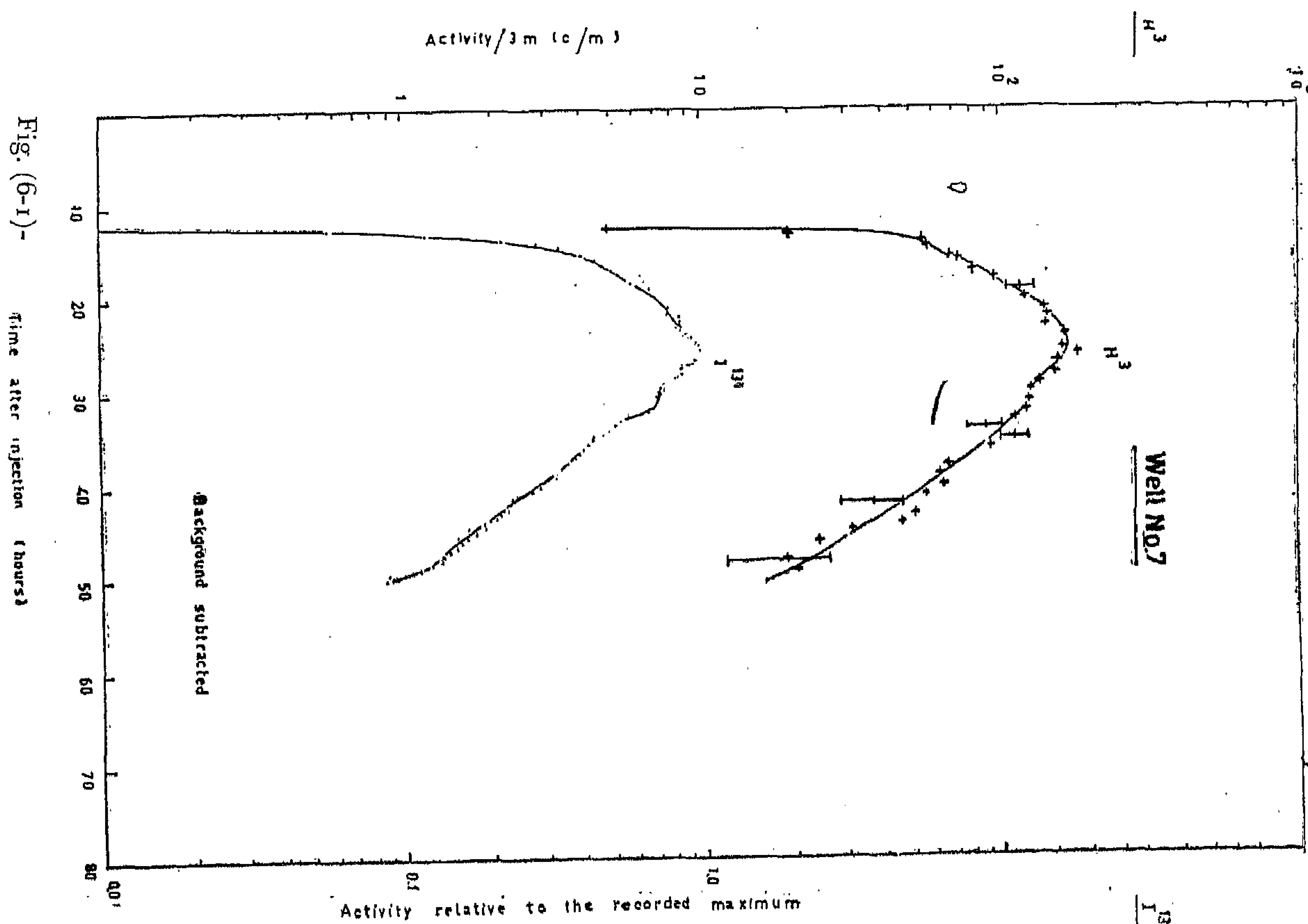


Fig. (6-1)-

4.—A follow-up of the decay of the activity with time checks the above results.

5.—The absolute activity could be found by comparison against standard activities measured under the same conditions and mixed with water samples obtained from the investigated wells and collected before running the experiment.

The Br^{82} activity was detected in the field using the (BASC) scintillation probe.

The H^3 activity mixed with Br^{82} was counted after 3 weeks (about 14 T 1/2 of Br^{82}) from injection, to enable detection of H3 neglecting the Br^{82} contribution.

e) The Experiments :

An activity of about 100 millicuries of one of I^{131}, Br^{82} and Cr^{51} — EDTA, mixed with about one curies H^3, was injected in the piezometer in each run.

Activities of I^{131} and Br^{82} were recorded in the field on charts using the BASC scintillation set-up. In the case of Cr^{51} — EDTA, the observations recorded in the field for the activity of the outflowing water using the BASC scintillation set-up were insignificant due to the low gamma ray activity of Cr^{51} (about 8% disintegrations). The activities of the collected samples were measured by means of a single channel pusle height analyser provided with a NaI (Tl) crystal of 3 "x3" dimensions (Nuclear Chicago).

The decay of each radioisotope was considered ; and the recorded activities were corrected taking the activity at the time of injection as the initial activity.

5.2—Transmitting and Storage Properties:

To determine the coefficients of transmissibility, T, permeability, P, and storage, S, for a ground water aquifer, the investigators applied a method developed in the Centre and published[4].

The underlying principle of the method is to measure the lowering of the water level in wells during pumping. A gamma source (0.5 mc of Co^{60} needle) is arranged to float on the water surface in the piezometer well, and the variation of the counting rate obtained by a G.M. detector caused by the lowering of the source due to pumping from a nearby well is registered.

A calibration is made to give the dependence of the counting rate on the vertical distance between the source and the detector in the piezometer. In this way a (drawdown, time) curve for a constant pumping rate, Q, could be constructed. The experimental arrangement is shown in figure 5.

The drawdown, h, is expressed by the following equation :

$$h = \frac{Q}{4 \Pi T} W(u) \quad \ldots \quad (2)$$

where W (u) is the well function of u given by :

$$W(u) = \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du \quad \ldots \quad (3)$$

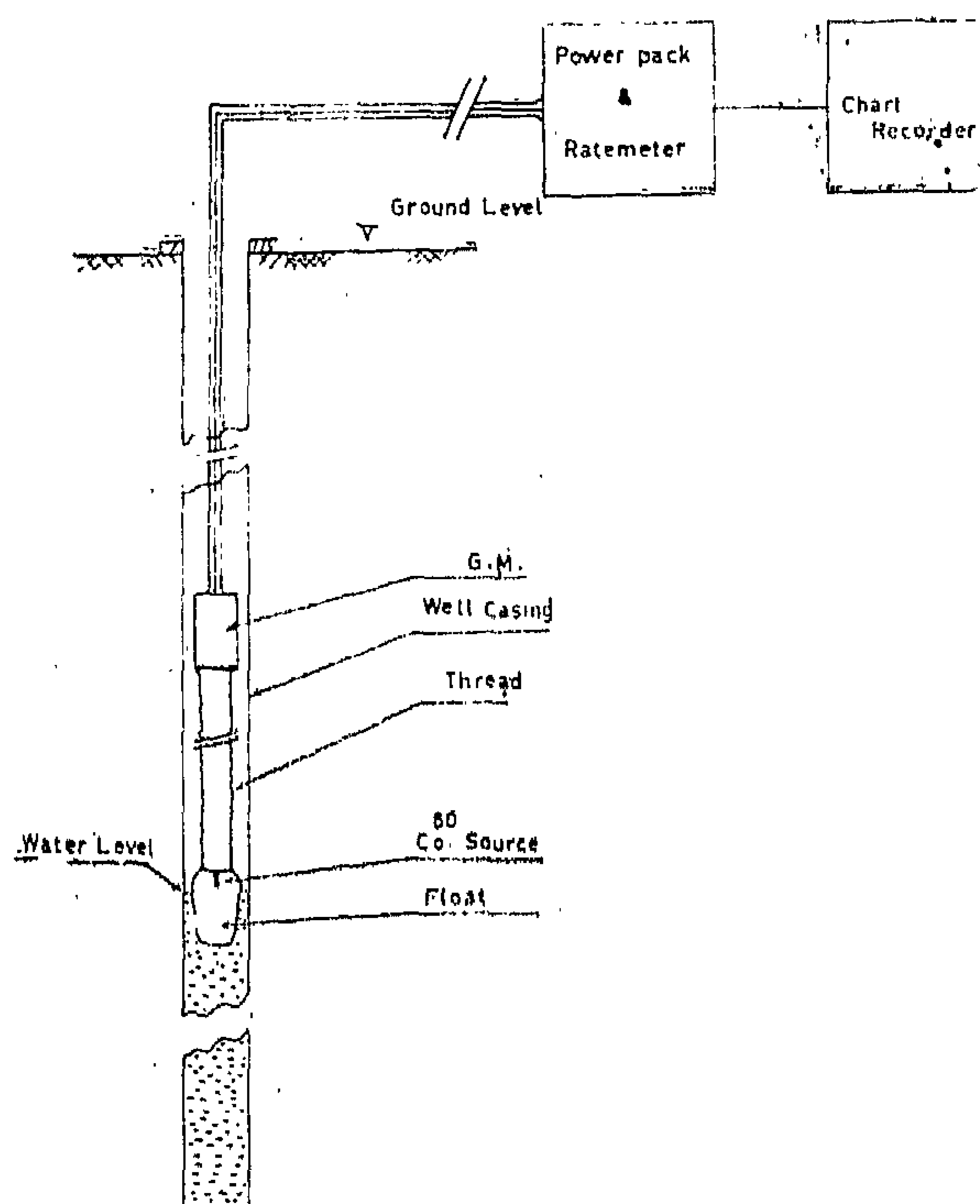


FIG. (5)

A "Tri-Carb Packard scintillation spectrometer (Model 3003)" has been used. To detect the presence of H^3 and other activities in one sample simultaneously, preliminary experiments were made using H^3, I^{131}, Cr^{51}, H^3 and I^{131}, and H^3 and Cr^{51} activities, Separate samples of H^3 (0.06 uc), I^{131} (0.006 uc) and Cr^{51} (0.006 uc) were prepared in about the same ratio applied in the field. Each sample (volume (3cc) was contained in a 20 cc polyethylene vial, The scintillator solution composed of :

7.0 gm PPO/litre,

0.3 gm dimethyl POPOP/litre, and

100 gm naphthalene/litre,

The solvent was pure dioxane,

The differential spectra of activities were studied. Suitable working conditions for the channel were chosen such that very good identification of the activities could be made. Figure 4 shows the differential spectra of H^3, I^{131} and Cr^{51} on one of the channel applying a suitable gain and channel width. It is clear shat one can differentiate between the spectra. When mixed, the presence of I^{131} or Cr^{51} can be identified by its spectral distribution which continues far beyond the spectrum of H^3. The presence of H^3 can also be identified by its spectral shape which is characteristic for a pure β-emitter. However, if the tritium activity is very low relative to that of I^{131} or Cr^{51} (less than 1% of I^{131} or Cr^{51}) the detection of H^3 will be difficult. A follow-up of the decay of the total activity would show the presence of the long lived activity of H3.

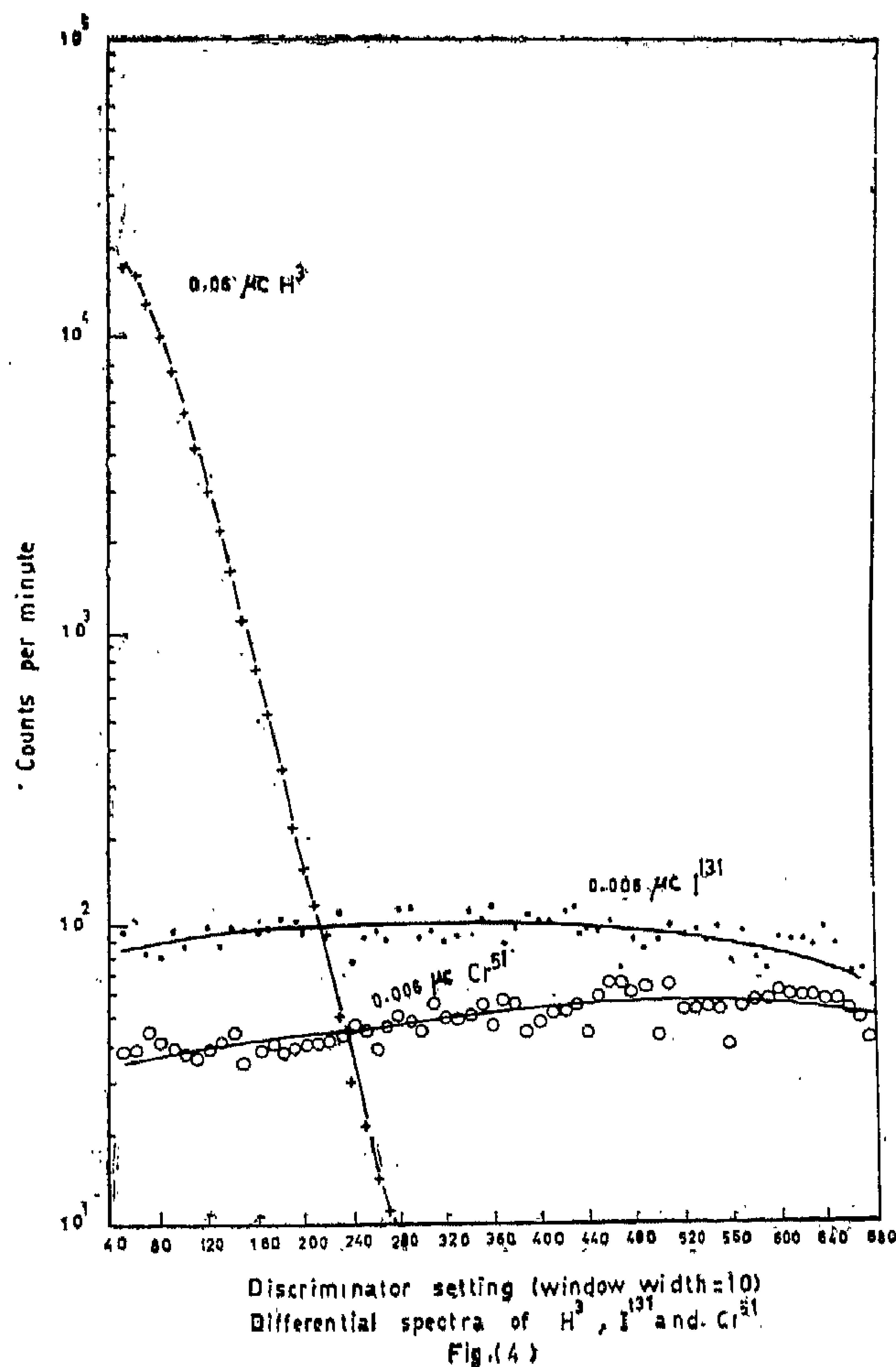
The results represented by figure 4 indicate that the contribution of I^{131} activity in the integral counts between 50 and 200 discriminator settings is less than 1.5% and that of Cr^{51} is less than 0.7% of the integral counts for H^3 activity between the same settings. Above the discriminator setting 300, the spectrum belongs entirely to I^{131} or Cr^{51}.

From above it can be concluded that it is possible to detect the presence of H^3 and I^{131} and H^3 and Cr^{51} when mixed in one sample applying the following procedure :

1.—Adjust the gain of one channel of the Tri-Carb spectrometer to a suitable gain to give a clear spectrum of H^3 and proper distribution of I^{131} or Cr^{51} spectrum.

2.—Find the integral counts for the interval starting by the end of H^3 spectrum e.g. 300 (fig. 4) and ending by 1000 discriminator settings; subtracting the background, These counts indicate the presence of I^{131} or Cr^{51}.

3.—Find the integral counts for the interval 50-200 discriminator settings; subtracting the background. These counts, if higher than 25% of the counts found in step 2, indicate the presence of H^3.



Discriminator setting (window width=10)
Differential spectra of H^3, I^{131} and Cr^{51}
Fig.(4)

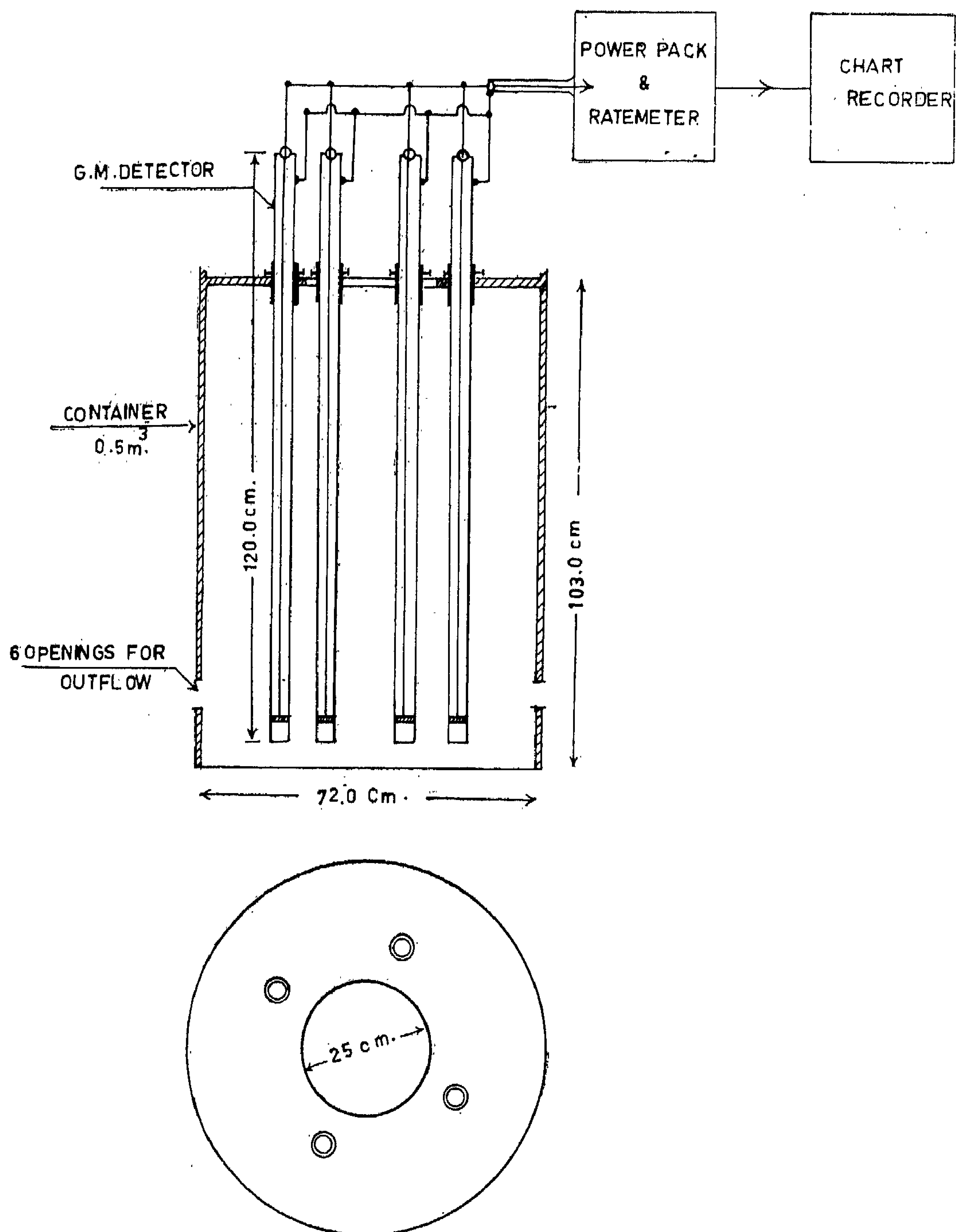
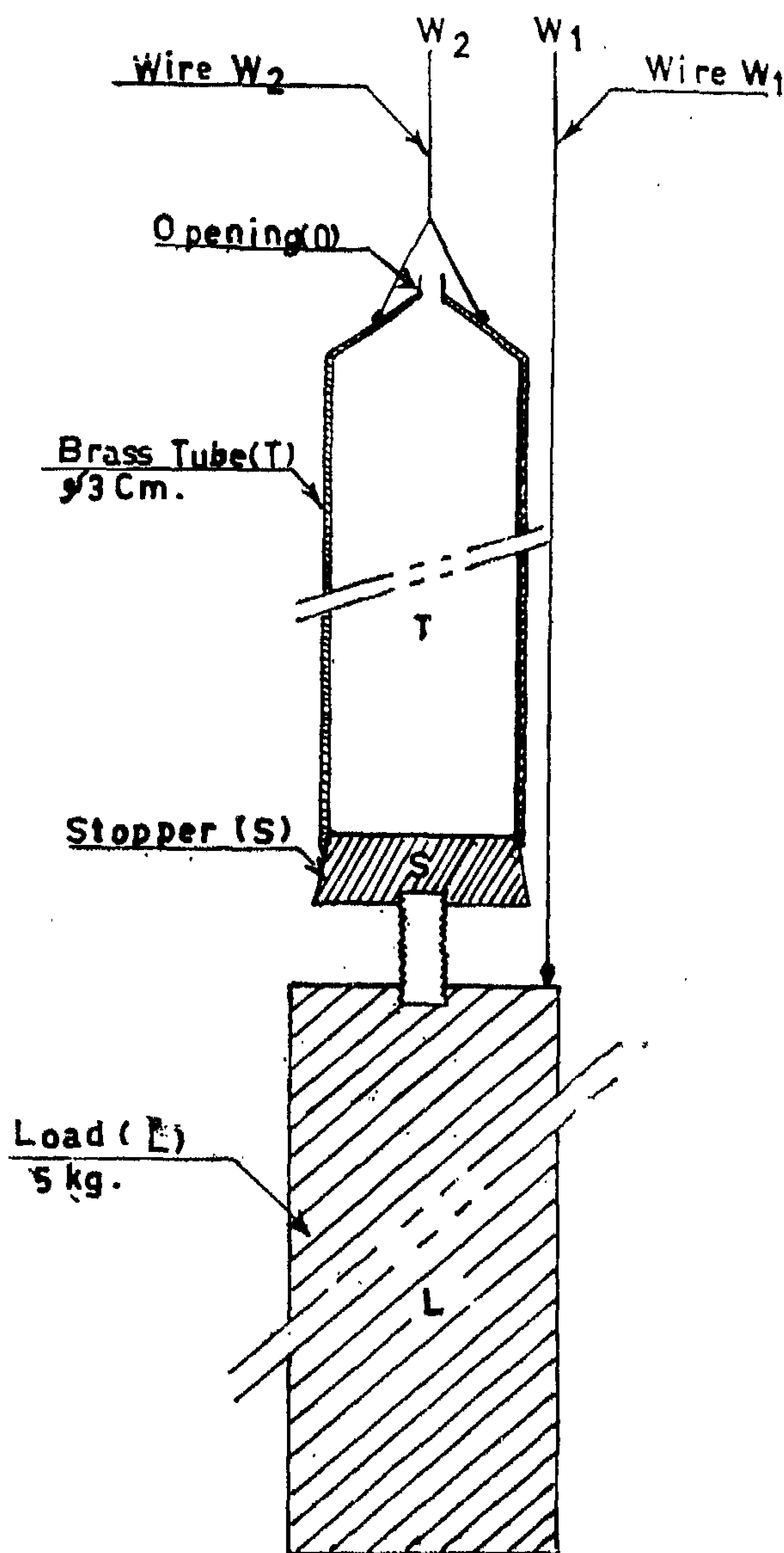

POWER PACK
&
RATEMETER
CHART
RECORDER
G.M.DETECTOR
CONTAINER
0.5m.³
120.0cm.
103.0 cm
6 OPENINGS FOR
OUTFLOW
72.0 Cm.
25 cm.

Fig.(3)



Cross Section of Isotope Injector

Fig.(2)

d) **Detection of the tracers :**

Three methods for the detection of the tracers were applied.

(i) A set of four gamma G.M. detectors coupled to a ratemeter and a chart recorder was used. Each detector is of 120 cm length and of 4 cm diameter. The same working potential of 1150 volts was found to be suitable for all of them. The G.M. tubes were enclosed in water-proof plastic envelopes to protect the connections. They are held vertically in a 0.5 m^3 container of 100 cm height with a central opening of 25 cm diameter for the inflow of water. The container is provided with six adjustable openings near its bottom to make the outflow equivalent to the inflow. The set is shown diagramatically in figure 3.

The stability of the detecting system was examined for several hours and was found satisfactory. The sensitivity of the set-up is such that an activity of one microcurie of I^{131} in the water filling the container is detectable.

(ii) Another set consisting of a scintillation detector, a scaler, a ratemeter and a chart recorder detector, a scaler, a ratemeter and a chart recorder (provided by the I.A.E.A.) was also used. The detector consists of a NaI (Tl) crystal of 1"x1" dimensions, optically coupled to an EMI eleven stage photomultiplier tube. The detector is housed in a cylindrical stainless steel box of 1.5 "x15" outer dimensions. The box is water and pressure tight. The system is provided with a 10 metres cable and connected to a BASC scaler and chart recorder. This set-up has the advantage of higher stability and less complications compared with the first one. One microcurie of I^{131} contained in a 46 cm diameter and 60 cm height container could be detected easily.

The above methods were applied in the field for the detection of gamma emitters in the pumped water.

(iii) The detection of tritium, H^3, activity in the pumped water in the field is rather impossible. For this reason, samples from the water were collected every half an hour to examine their activity in the laboratory.

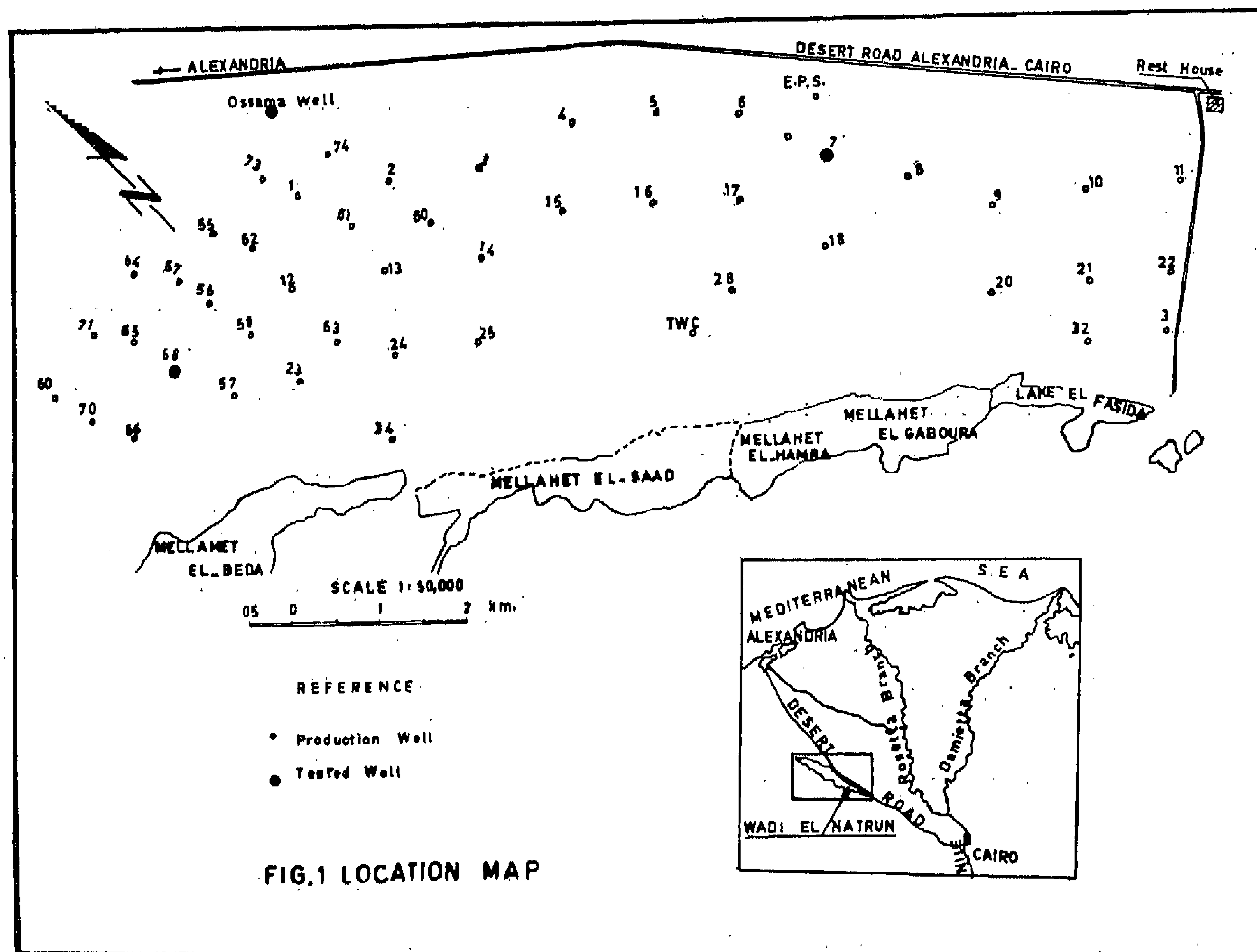


FIG.1 LOCATION MAP

expensive apparatus. On the other hand, it may constitute health hazard for users of water if it is used in excessive amounts.

(half-life T 1/2 = 12.26 years).

To evaluate the applicability of the mentioned gamma emitters in field work for the determinations of the aquifer constants, these tracers were used together with tritiated water as a reference.

(c) **Injection of the tracers :**

Several systems were constructed for the injection of the activity in the aquifer at any desired depth. One of them is described in the publication mentioned above. It consists of a tube T (internal diameter 3 cm and height 30 cm) with a rubber stopper S closing the opening in its bottom and a small opening o at its top ; a load L of 5 kg attached to the stopper, and two wires W1 and W2 attached to the load and the tube respectively (fig. 2). The whole system hanging from W1 is lowered in the piezometer until the desired depth in the aquifer is reached. At that depth, the wire w_1 released and the system is now supported by wire w_2 only which causes the stopper S to be pulled out by weight of the load L; this released the radioisotope.

Another injection device, suitable for narrow observation wells had been tried. Plastic tubes (1.3 cm diameter), fitted together, are lowered to the desired depth. The activity is poured in the tube and sufficient water is added to displace the activity to the aquifer.

10.5 km north of the Wadi El-Natrun rest house. It has two observation wells (piezometers) distant 10 metres north and 50 metres west of the well. It is characterized by intercalated layers of sand and clay where the water bearing formation consists of coarse sand. The total depth of the well is 108 metres having a screen length of 35 metres. It is cased by a 12 inch diameter unperforated pipe and 12 inch diameter slotted screen. The well is equipped with an electrical pump of maximum discharge 270 m^3/hour. The piezometers are cased with 2 inch diameter unperforated pipes 97 metres deep, ending with a screen 4 metres length. The aquifer in this particular area is of the confined system since the aquifer is overlain by an impervious clay bed 8 metres thickness. The thickness of the aquifer is 30.5 metres.

5. DETERMINATION OF HYDRAULIC CONSTANTS

5.1—Effective Porosity :

The principle of the method applied for the determination of the effective porosity is to inject a radioactive tracer in an observation well (piezometer) at a depth determined by the characteristics of the investigated well. From the time of arrival of the tracer in the neighbouring pumped well, the effective porosity of the water bearing formation could be determined applying the equation

$$\Theta e = \frac{Qt}{\Pi x^2 b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

where : Θe is the effective porosity,

Q the constant pumping rate,

t the time of arrival of the tracer to the pumped well,

x the distance between the piezometer and the pumped well,

and b the thickness of the aquifer

(a) **Considerations of the adoption of time (t)**

The time(t) in equation(1) was considered by Halevy et al.[6] as the "mean tracer arrival time"(t). This was also adopted by Andrew et al.[7]. In the present work, the investigators assumed the time(t) as that at which the activity was first detected. This is based on the criterion that the path of a fluid between two points in a porous medium is greater than the direct distance between them[8] which is the minimum distance travelled. Accordingly, if the "mean tracer arrival time" is to be applied, the most probable path of water should be determined and applied as (x) in the above equation(1).

Similarly, the shortest time of arrival of the labelled water particles corresponds to the direct horizontal distance between the two wells. This time is taken as (t) in equation (1) and the corresponding distance (x) is that between the piezometer and the pumped well.

It would be more accurate to use the "mean tracer arrival time" if it would be feasible to determine the most probable path of water between the two wells.

However, the above consideration will be discussed in the light of the obtained field res. sʇln

(b) **The radioactive tracers :**

Among applicable radioactive tracers in ground water studies, bromine 82 (half-life T 1/2 = 36 hours), iodine 131 (half-life T 1/2 = 8.04 days) and chromium 51 (half-life T 1/2 = 27.8 days) are used. Being gamma emitters, they are easily detected. On the other hand, they do not constitute a health hazard to users of water due to their comparatively short half-life. A disadvantage of these tracers is that they are adsorbable on to the water bearing formation materials. Tritiated water is the ideal tracer for such work since it is not adsorbed ; however, its detection needs complicated and

(o) *Mean tracer arrival time adopted by them is the "Time to mid-point of half-peak"*

width under unit hydraulic gradient. This is equal to the coefficient of permeability times the thickness of the aquifer.
(expressed in m^2/hr)

3. INTRODUCTION

One of the areas under reclamation in U.A.R. is the Wadi El-Natrun area. The fact that it is nearly flat. easy to reach and that some 3000 acres, irrigated by ground water, have been successfully cultivated makes this area one of the most attractive for the future extension of the cultivated area in U.A.R.

Estimation of the ground water depends on the determination of the hydraulic properties of the water bearing formation ; namely the effective porosity, coefficient of permeability, coefficient of transmissibility and coefficient of storage. These parameters are determined usually by the application of dyes, salts, field pumping tests and electrical resistivity measurements[1].

That most of these techniques suffer from severe drawbacks is well known. The application of the radioactive isotope techniques proved to be advantageous in such measurements[2], The present work involves the application of two techniques for the determination of the hydraulic properties of ground water aquifers. These techniques were developed in the centre and published [3,4].

The chemical constituents and the radioactivity of the ground water in different localities in the area were determined to test its suitability for irrigation and civic purposes.

4. DESCRIPTION OF THE WADI EL-NATRUN AREA

Wadi El-Natrun lies 40 km west of the Nile and about 100 km northwest of Cairo. The area is a depression of about 50 km length and of 15-20 km width. The data on the geology and hydrology of the area have been obtained[5] by drilling 72 well.

The area is affected by an anticlinal structure oriented in the ENE., WSW. directions and underlain by a strong domal feature. The depression is believed to be the result of a graben.

From the stratigraphic aspects, the Wadi is occupied mainly by sedimentary rocks belonging to tertiary and quaternary formations of gravels and sands interbedded by clay lenses of a total thickness not exceeding 100 m.

The flow of the ground water in the aquifer forms one continuous hydraulic system fed from the Nile basin underlying the Delta and naturally discharged into the Natrun lakes. A map of the area is shown in figure 1.

Three localities in the area were chosen to represent the aquifer :

i.—Well No. 7 : This lies one kilometre south of the Cairo-Alexandria highway and 4.5 km north of the Wadi El-Natrun rest house. At a distance of 10 metres west of this well lies another well fitted with a pump. The pump was demounted and its well was used as an observation well. There is another piezometer well distant 50 metres east of the pumped well. The water bearing formation in this locality consists of sand underlain by grey clayey sand and sandy clay. The total depth of the casing is 69 metres, 28 metres of which is a slotted screen. The thickness of the aquifer is 33 metres.

This part of the aquifer is under unconfined flow system since the main aquifer consists totally of sand.

ii.—Well No. 68 : This well lies 12 km NW of the rest house. An observation well 5 metres from it was drilled especially for the experiment. The aquifer in this area is characterized by stratified layers of fine sand at the top and sand with clay at the bottom. The total depth of the well is 43 metres and the screen is 22 metres. The thickness of the aquifer is 27 metres.

iii.—Ossama Well : This well lies 0.5 km south of the Cairo-Alexandria highway and

THE INVESTIGATION OF THE WADI EL-NATRUN AQUIFER INCLUDING DETERMINATION OF EFFECTIVE POROSITY, PERMEABILITY, STORAGE COEFFICIENT AND TRANSMISSIBILITY USING DIFFERENT RADIOISOTOPES

By

Dr. I.B. HAZAA
Director of the Centre(*) and Head of Hydrology Dept.

Dr. K.F. SAAD
Head of Hydrology Unit, Desert Institute

Dr. R.K. GIRGIS
Lecturer, Faculty of Science,

A.A. BAKR & F.M. SWAILEM
Demonstrators in the Centre(*)

1. FOREWORD

The project aimed at :

1.1—Determination of the hydraulic constants characterizing the transmitting and storage properties of the Wadi El-Natrun ground-water reservoir using radioisotopes. Three series of field tests were planned. In each series tritiated water was used as a reference tracer simultaneously with each of the following : bromine 82, iodine 131, and chromium 51 (EDTA) ;

1.2—Periodic determination of the chemical constituents and the radioactivity of the ground water in different localities in the area, in particular in those chosen for tracers experiments, to evaluate the chemical effects of the aquifer system upon the different isotope tracers used ; and

1.3—Making comparative interpretation of the different tracers used to facilitate the evaluation of the field (in-situ) applicability of the tracers for determining the important aquifer constants.

2. GLOSSARY

Porosity (Θ)

The porosity of a ground water aquifer is the volume of water required to saturate unit volume of the aquifer (dimensionless).

Effective Porosity (Θ_e)

The effective porosity or specific yield is the volume of water which can be drained or pumped per unit volume of the aquifer (dimensionless).

Coefficient of Storage (S)

The storage coefficient of an aquifer is defined as the volume of water released or taken into storage per unit surface area of the aquifer per unit change in the water level (expressed in $(m^3)/(m^2)/m$, i.e. dimensionless).

Coefficient of Permeability (P)

It is defined as the rate of flow of water through unit area under unit hydraulic gradient. (expressed in m/hr).

Coefficient of Transmissibility (T)

It is defined as the rate of flow of water through a vertical strip of the aquifer of unit

(*) *Middle Eastern Regional Radioisotope Centre for the Arab Countries, in Cooperation with the International Atomic Energy Agency.*

Example :

To find $Y_f(s)$ and $Y_f(jw)$ for a 110-volt, 57.5 amps, 3-phase, 50 cycles/second synchronous machine having $X_d = 0.825$ per-unit,

$X'_d = 0.25$ p.u.; $X_q = 0.55$ p.u. $r = 0.1$ p.u., $x_c = 0.4$ p.u.

Unit time = 314 sec., $T_o = 0.22$ sec $= 69.08$ p.u.

Solution,

According to Equation (3),

$$a = 0.4/0.25 = 1.6$$

$$b = 0.4/0.55 = 0.73$$

$$1/T_d = 0.1/0.25 = 0.4$$

$$1/T_q = 0.1/0.55 = 0.18$$

$$1/T_o = 1/69.08 = 0.0145$$

$$1/T' = 0.0145 \times \frac{0.825}{0.25} = 0.0478$$

Substituting in equation (14) gives,

$$N(s) = S^4 + 0.18\ S^3 + 2.73\ S^2 + 0.73\ S + 0.27,$$

substituting in equation (15) gives,

$$D(s) = 17.27\ S^5 + 0.628\ S^4 + 4.17\ S^3 + 1.12\ S^2 + 0.046\ S + 0.01.$$

Substituting in equation (17) gives,

$$Y_f(s) = \frac{D(s) + 39.8\ S\ N(s)}{(1 + 0.0145\ S)\ D(s)}$$

$$= \frac{57.07\ (S^5 + 0.32\ S^4 + 3.2\ S^3 + 0.84\ S^2 + 0.38\ S + 0.003)}{17.27\ (1 + 0.0145\ S)\ (S^5 + 0.628\ S^4 + 4.17 S^3 + 1.12\ S^2 + 0.046\ S + .01)}$$

$$= \frac{0.91\ (1 + S/0.008)\ (1 + 2.17\ S + S^2/0.43^2)\ (1 + 0.017\ S + S^2/1.8^2)}{(1 + S/69.08)\ (1 + S/0.275)\ (1 + 0.4S + S^2/0.1^2)\ (1 + 0.088\ S + S^2/2^2)}$$

Bode Corner plots of $Y_f(jw)$ are given in figure 2.

REFERENCES :

1. Two-Reaction Theory of Synchronous Machines, R.H. PARK. AIEE Transactions vol. 48 Part 1, July, 1929 pp 716-30.
2. Equations Generales d'une Machine Synchrone Non Sature' Hors du Regume Normal, F. MARGAND. Comptes Rendus, Academie des Sciences, Paris, France, France, 1928 pp 1100-02.
3. Two-Reaction Theory of Synchronous Machines. S.B. CRARY. AIEE Transactions vol. 56 Jan. 1937 pp 27-36.
4. Two Reaction Theory of Synchronous Machines with any Balanced Terminal Impedance. C. CONCORDIA. AIEE Transactions vol. 56, 1937 pp 1124-27.

constant, then assuming zero initial conditions, the Laplace transform of the armature differential equations given by Concordia[4] or Crary[3] become :

$$(r\,s + x_c)\, I_d(s) - r\, I_q(s) + (1-s^2)\,\psi_d(s) + 2\,s\,\psi_q(s) = 0, \quad \ldots \quad (5)$$

$$r\, I_d(s) + (r\,s + x_c)\, I_q(s) - 2\,s\,\psi_d(s) + (1 - s^2)\,\psi_q(s) = 0, \quad \ldots \quad (6)$$

Assuming zero zero-sequence current, then these two equations in addition to the Laplace transform of the equation of the field give the total Laplace transform equations of the problem assuming zero initial conditions.

The Laplace transform equation of the field winding is given by,

$$I_f(s) = \frac{E(s)}{1 + T_o s} + \frac{T_o\, s}{1 + T_o\, s}(X_d - X'_d)\, I_d(s). \quad \ldots \quad (7)$$

However, according to Park[2], $\psi_d(s)$, $\psi_q(s)$ can be expressed as :

$$\psi_d(s) = \frac{F(s)}{1 + T_o s} - \frac{(X_d'\, T_o\, s + X_d)}{1 + T_o\, s}\, t_d(s) \quad \ldots \quad (8)$$

and

$$\psi_q(s) = -\, X_q\, I_q(s). \quad \ldots \quad (9)$$

Substituting equations (7) and (8) into equations (4) and (5), thus :

$$\{(x_c + r\,s)(1 + T_o\, s) - (1 - s^2)(X'_d\, T_o s + X_d)\}\, I_d(s) - (r + 2\,s\,X_q)(1 + T_o\, s)\, I_q(s) = -(1 - s^2)\, E(s), \quad (10)$$

$$[\,r(1 + T_o\, s) = 2\,s\,(X'_d\, T_o\, s + X_d)]\, I_d(s) + (1 + T_o\, s)\,[\,x_c + r\,s + X_q\,(s^2 - 1)]\, I_q(s) = 2\,s\,E(s), \quad \ldots \quad (11)$$

Eliminating $I_q(s)$ between equations (10), (11), thus,

$$I_d(s) = \frac{N(s)}{D(s)}\, E(s), \quad \ldots \quad (12)$$

Letting,

$$x_c/X'_d = a\ ;\ x_c/X_q = b\ ;\ r/X'_d = 1/T_d\ ;\ r/X_q = 1/T_q\ ;\ T_o\frac{X'_d}{X_d} = T' \quad (13)$$

Thus,

$$N(s) = S^4 + \frac{1}{T_q}S^3 + (2 + b)\,S^2 + bS + (1 - b), \quad \ldots \quad (14)$$

and

$$D(s) = X'_d T_o\,[S^5 + (1/T_q + 1/T_d + 1/T')\,S^4 + (2 + a + b + 1/T_q T' + 1/T_q T_q + 1/T_d T_o)\,S^3 + (1/T_d + (1 + 2a)/T_q + (b - 2)/T' + a/T_o + 1/T_d T_q T_o)\,S^2 + (1 - a - b + ab + 1/T_q T' + (1 + 2b)/T_d T_o + 2/T' + 1/T_d T_q)\,S + 1/T_d T_q T_o + a(b - 1)/T_o + (1 - b)/T'\,], \quad \ldots \quad (15)$$

Now substituting equation (12) in equation (7), thus,

$$I_f(s) = \left[\frac{D(s) + T_o(X_d - X'_d)\,S\,N(s)}{D(s)}\right] \frac{E(s)}{(1 + T_o S)} \quad \ldots \quad (16)$$

and the field transfer admittance is given by,

$$Y_f(s) = \frac{I_f(s)}{E(s)} = \frac{D(s) + T_o(X_d - X'_d)\,S N(s)}{(1 + T_o S)\; D(s)} \quad (17)$$

The following Example gives $Y_f(jw)$ as w varies from 0 to ∞ for a given machine under a certain symmetrical R-L-C terminal load. The Bode corner plots for $Y_f(jw)$ is shown in figure 2.

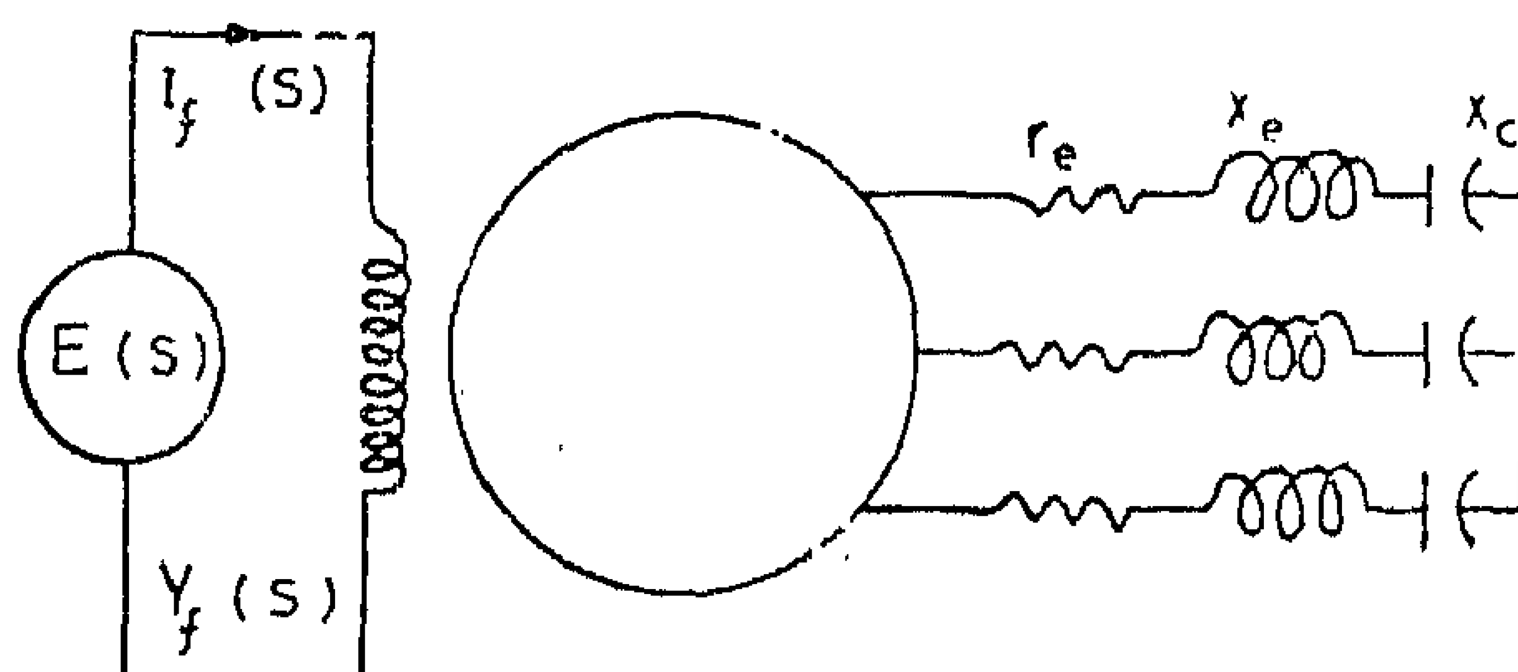


Fig (1). SYNCHRONOUS MACHINE WITH SYMMETRICAL LOAD

Log_{10} Yf (jw) DBS

20
10
0
-10
-20

0.008 0.01 0.1 0.275 0.43 1 1.8 2 100 ω 69.08 1000

Fig (2) BODE CORNER PLOT OF Vf (Jw)

FIELD-FREQUENCY RESPONSE OF SYMMETRICALLY-LOADED SYNCHRONOUS MACHINES

By

Dr. SAAD LUKA MIKHAIL

The use of direct, quadrature and zero components has been used by Park[1] and Margand[2] for the analysis of certain synchronous-machine transients. Crary[3] extends Park's equations to the case of symmetrical capacitive loading of the machine. Concordia[4] extended Park's equations to include the transients on a synchronous machine with any symmetrical terminal impedance.

From the work of Concordia[4], it can easily be seen that any synchronous machine running at constant speed and symmetrically loaded is a linear system as viewed from the field terminals. Thus if the frequency response of the field admittance is determined, it gives an indication of the transient response of the armature and field currents and voltages.

It is the purpose of this paper to give the field admittance frequency response of an unsaturated synchronous machine with one rotor circuit running at constant speed and having a symmetical R-L-C series load. The same procedure can be followed to get similar results if more than one rotor circuit exists and for any symmetrical impedance in the armature circuit. An example is given for a specific machine carrying a certain load.

The usual assumptions made by Park[2] will be made here and also the same non-reciprocal per-unit system of notation will be followed.

Mathematical Treatment

With reference to figure 1, let the terminal armature load be assumed to be balanced consisting per phase of a resistance r_e in series with an inductance x_e in series with a capacitance x_c.

Letting : $r_a + r_e = r$, ... (1)

where r_a is the armature resistance,

$$x_d + x_e = X_d, \quad \ldots \quad (2)$$

where x_d is the direct-axis synchronous reactance,

$$x'_d + x_e = X'_d, \quad \ldots \quad (3)$$

where x'_d is the direct-axis transient reactance of the machine.

and $$x_q + x_e = X_q, \quad (4)$$

where x_q is the quadrature-axis reactance of the machine.

If $I_d(s)$, $I_q(s)$ are the Laplace transforms of the direct and quadrature armature currents i_d and i_q and if $\psi_d(s)$, $\psi_q(s)$ are the Laplace transforms of the direct and quadrature flux linkages ψ_d, ψ_q, and if $E(s)$, $I_f(s)$ are the Laplace transforms of the field voltage and current e, I_f. Also letting T_o be the open-circzuit field time

Saad Luka Mikhail is assistant professor of electrical engineering Ain-Shams University, Cairo; U.A.R., and is now on visiting professorship at the University of Basra, Iraq.

REFERENCES

1.—Backmeteff, B.A. and Matzke, A.E. : "Hydraulic jump in sloped channels". A.S.M.E., Transactions, Vol. 60, 1938.

2.—Backmeteff, B.A. and Matzke, A.E. : "Hydraulic jump in term of dynamic similarity". A.S.C.E., Transactions Vol. 101, 1936.

3.—Backmeteff, B.A. : "Hydraulics of open channels". N.Y. 1932.

4.—Chow, V.T. : "Open channel hydraulics". N.Y. 1959.

5.—Frazer, W. : "Hydraulic jump in prismatic chnnels". Engineering 179, 1955.

6.—Haindl, K. : "Hydraulic jump in closed conduits". International association of Hydraulic Research, 7th general meeting, Lisbon, Portugal, Transactions, 1953.

7.—Haindl, K. and Soternik, V. : "Quantity of air drawn into a conduit by the hydraulic jump and its measurement by gamma radiation. International Association of Hydraulic Research, 7th general mee.ing, Lisbon, Portugal, Transactions, Vol. II, 1957.

8.—Hall, L.S. : "The hydraulic jump" East Bay Municipal Utility Dist. Oackland, California.

9.—Kalinke, A.A. and Robertson, J.M. : "Air entrainment in closed conduits". A.S.C.E., Transactions, Vol. 108, 1943.

10.—Khafagi, A.A., and Abdallah, M.S. : "Study of the jump in a straight and divergent open channels" The bulliten of the Faculty of Engineering, Cairo University, 1957.

11.—Kent, J.C. : The" entrainment of air by flowing in circular conduits with down-grade slopes. University of California, Ph.D. dissertation, Berkeley, 1952.

12.—Kindsvater, C.E. : The" Hydraulic jump in enclosed conduits". State University of Iowa, 1936.

13.—Kindvater, C.E. : "The hydraulic jump in sloping channels". A.S.C.E., Transactions, Vol. 109, 1944.

14.—Lane, E.W. and Kindsvater, C.E. : "Hyd raulic jump in enclosed conduits". Engineering News Record, 121, 1938.

15.—United States Department of Interior, Bureau of Reclamation. "Hydraulic design of stilling basins and bucket energy dissipators". Engineering Monographs ; No. 25, September, 1958.

16.—Vennard, J.K. : Elementary fluid mechanics". N.Y., John Wiley and Sons.

17.—Ayyoub, S.A. : "Properties of the hydraulic jump in sloping circular conduits". M.Sc. Thesis, Colorade State University, Fort Collins, 1959.

4.—DISCUSSION AND CONCLUSION

Since the entrainment of air in a hydraulic jump formed in an open channel or closed conduit has a considerable effect on the characteristics of the conjugate depth and the length of the jump, an effort was made to give a brief conclusion on the effect on the conjugate depth and also the percentage of air entrainment.

The curve plotted between the Froude Number Fr_1 and Hj/y_1 for nonaerated flow in horizontal open channels, fig. (4), proves to be a straight line beginning at $Fr_1 = 1.0$, where the flow is critical, while that for aerated flow is a curve beginning from the same point but deviating considerably from the former, especially for high values of Froude Numbers. This seems to be the actual curve since the effect of air entrainment must be taken into consideration. Thus instead of using the equations for determining the conjugate depth, the curve is used, if knowing the exact value of y_1. It gives the height of the jump and correspondingly the conjugate depth.

Again fig. (5), can be used to determine the percentage of air entrainment in horizontal rectangular channels while fig. (6) can be used to determine this percentage for sloping rectangular channels, if the values of Froude Numbers are known.

In closed conduits, all the equations used in section (2) are summarized in fig. (7).

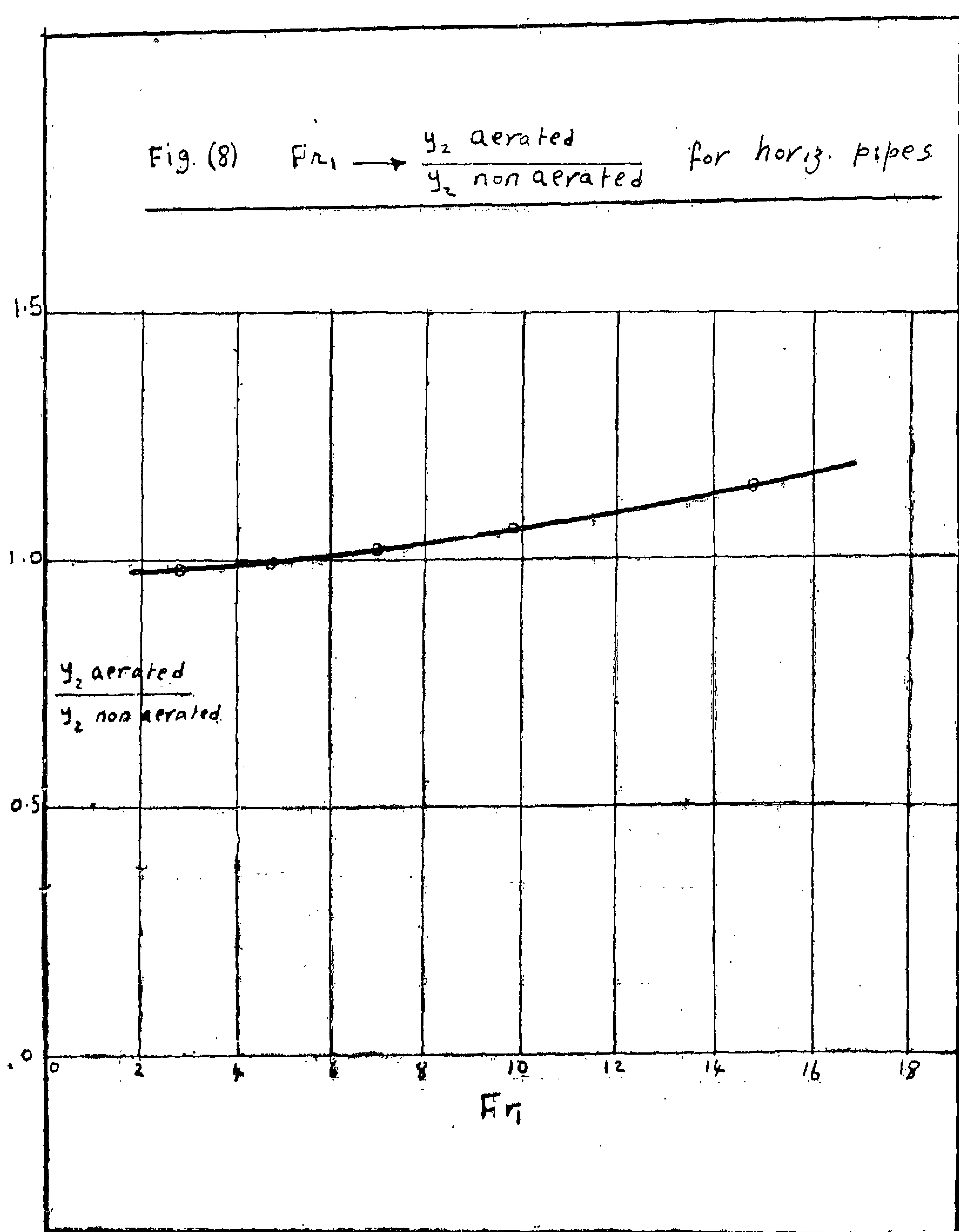
The curves between Froude Number Fr_1 and Hj/y_1 for the aerated and the nonaerated flow are deviated from each other due to the effect of air entrainment. They can be used to determine the height of the jump and the conjugate depth for different values of Froude Number Fr_1.

Fig (8) is used to determine the ratio of the conjugate depth of the aerated and non-aerated flow if knowing the values of Froude Number Fr_1.

Obviously these curves will save much calculations and computations and will give correct values for the conjugate depth.

It is recommended that more experiments and investigations should be made on the effect of the air entrainment on the hydraulic jump in sloping conduits, the relation between the slope of the conduit and the percentage of air entrainment, and generally this effect on the characteristics of the hydraulic jump, since very few literature is available on this problem.

This must be clearly investigated since it can be applied on the invertid syphons, sewer conduits, water supply pipe lines, spillways tunnels and many other problems which are interested generally to the civil engineer and particularly to the hydraulic engineer. A yhdraulic jump may occur in these structures if the conduit is flowing partially full with steep slope, and then suddenly changes to mild or adverse slope as the topography may require.


Fig. (8) Fr1 → y2 aerated / y2 non aerated for horiz. pipes
1.5
1.0
0.5
0
y2 aerated / y2 non aerated
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
Fr1

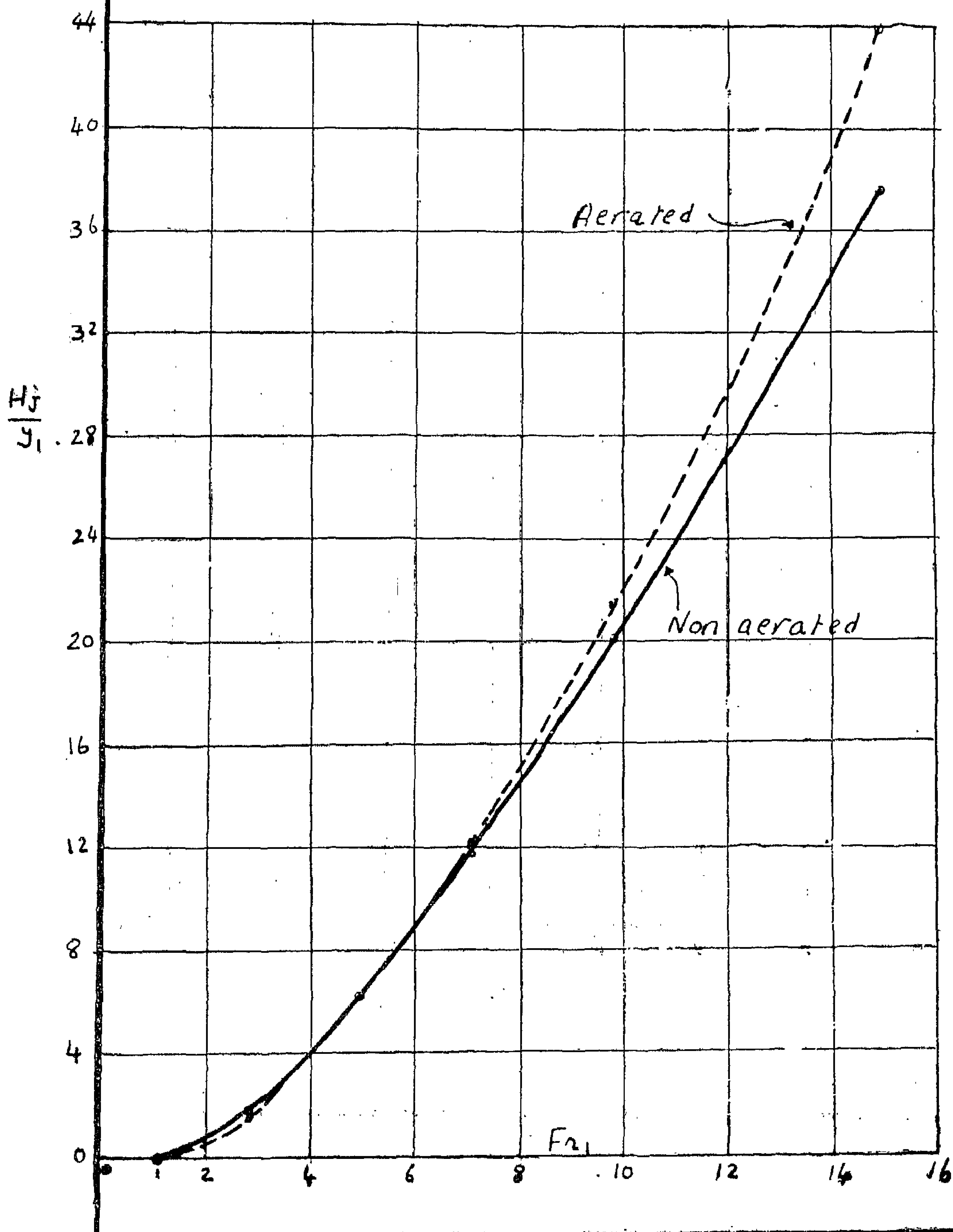


Fig (7) Fr1 → HJ/y1 for horizontal pipes
for aerated and non aerated flow
Aerated
Non aerated
Hj/y1
Fr1
0
4
8
12
16
20
24
28
32
36
40
44
1
2
4
6
8
10
12
14
16

Table 7 : **For Aerated Flow**

y_1 cm	y_2 cm	Hj cm	Fr_1	y_2/y_1	Hj/y_1
8	362.7	354.7	14.8	45.2	44.0
10	227.4	217.4	9.8	22.74	21.74
12	156.4	144.4	6.95	13.0	12.1
15	99.5	84.5	4.67	6.65	5.65
20	53.4	33.4	2.82	2.65	1.67

Table 8 : **For Non Aerated Flow**

y_1 cm	y_2 cm	Hj cm	Fr_1	y_2/y_1	Hj/y_1
8	312.7	304.7	14.8	39	37.9
10	213.23	203.23	9.8	21.32	20.32
12	152.84	140.84	6.95	12.75	11.66
15	100.18	85.18	4.67	6.66	5.68
20	54.14	34.14	2.82	2.707	1.707

$Q = 200$ lit./sec., and $y_1 = 10$ cm.

$\cos \Phi = 5/15 = 0.333$, $= 70° \; 32'$

$$= 70.503 \times \frac{\Pi}{180}$$

$$= 1.23$$

$$A_1 = \frac{\Pi D^2}{8} - \left(\frac{D}{2} - y_1\right)\left(D\, y_1 - y_1^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$- \frac{D^2}{4}\left(\frac{\Pi}{2} - \Phi\right)$$

$$= \frac{\Pi \times (30)^2}{8} - \left(\frac{30}{2} - 10\right)\left(30 \times 10\right.$$

$$\left. - 10^2\right)^{\frac{1}{2}} - \frac{30^2}{4}\left(\frac{\Pi}{2} - 1.23\right)$$

$$= 205.7 \;\; cm^2$$

$$\bar{y}_1 = \frac{4}{3}\, \bar{y}_1 \left[\frac{D - y_1}{D\Phi - D \sin\Phi + 2y_1 \sin\Phi}\right]$$

$$\sin \Phi - \left(\frac{D}{2} - y_1\right)$$

$$\bar{y}_1 = \frac{4}{3} \times 10$$

$$\left[\frac{30 - 10}{30 \times 1.23 - 30 \times 0.943 + 2 \times 10 \times 0.943}\right] 0.943$$

$$- \left(\frac{30}{2} \;\; 10\right)$$

$$= 4.2 \;\; cm.$$

For non aerated folw :

using cquation (15) :

$$y_2 = \frac{(200 \times 1000)^2}{980 \times 705}\left[\frac{1}{205.7} - \frac{1}{705}\right]$$

$$+ \frac{30}{2} + \frac{4.2 \times 205.7}{705}$$

$= 213.23$ cm., where the area of the pipe is $705 \; cm^2$.

$y_1 = 10$ cm , and $y_2 = 213.23$ cm.

For aerated flow :

$$V_1 = \frac{200 \times 1000}{205.7 \times 0.10} = 9.7 \text{ m./sec.}$$

$$Fr_1 = \frac{9.7}{\sqrt{9.8 \times 0.10}} = 9.8$$

From cquation (9),

$$\beta = 0.0066\,(9.8 - 1)^{1.4}$$

$$= 0.0066\,(8.8)^{1.4}$$

$$= 0.138$$

Using cquation (14) :

$$y_2 = \frac{(200 \times 1000)^2 \times 1.138}{980 \times 705}$$

$$\left[\frac{1}{205.7} - \frac{1 + 0.138}{705}\right] + \frac{30}{2\,(1 + 0.138)^{\frac{1}{2}}}$$

$$+ \frac{4.2 \times 205.7 \times 1.138}{705}$$

$$= 227.4 \text{ cm.}$$

$y_1 = 10$ cm., and $y_2 = 227.4$ cm.

From the results obtained in tables (6), (7), and (8), Froude Number of the flow under different conditions is plotted against H_j/y_1, fig. (7). Also on the same plot, Fr_1 is plotted against the ratio of y_2 aerated to y_2 nonaerated for the same discharge, fig. (8).

Table 6

y_1 cm.	Fr_1	y_2 (cm) aerated	y_2 (cm) non aerated	y_2 aerated / y_2 non aerated
5	37.	1151.18	682.23	
8	14.8	362.7	312.70	1.15
10	9.8	227.4	213.23	1.07
12	6.95	156.4	152.84	1.02
15	4.67	99.5	100.18	0.995
20	2.82	53.4	54.14	0.985

$$F_2 - F_1 = M_1 - M_2 - Q(\varrho_1 V_1 - \varrho_2 V_2) \quad (10)$$

where : F_1 is the total hydrostatic pressure at section (1)

$= \varrho_1 g \bar{y}_1 A_1$, where $\bar{y}_1$ is the normal distance from the water surface to the centroid of area of flow A_1, ϱ_1 is the density ot water at section(1), and F_2 is the total hydrostatic pressure at section (2) and cquals $\varrho_2 g h_e A_2$, where he is the effective pressure head above the centroid of area of flow A_2 which does not cqual the cross sectional area of pipe A_p due to air entrainment, and ϱ_2 is the density of air water mixture at section(2), and V_1 and V_2 are the average velocities of flow at sections (1) and (2).

Due to air entrainment, $V_2 = \frac{Q(1+\beta)}{A_p}$

and due to continuity cquation, $V_2 = Q/A_2$

$A_2 = \frac{A_p}{(1+\beta)}$, and so the cross sectional area A_2 can be assumed circular with diameter Dw and the controid at $\frac{Dw}{2}$

$\frac{Dw}{2} = \frac{D}{2(1+\beta)^{\frac{1}{2}}}$, which is the approximate normal distance from the water surface to the centroid of A_2. Based on the assumption that for horizontal pipe, $P_2/\gamma = y_2$

The effective pressure head at section (2) becomes :

$$h_e = y_2 - \frac{D}{2(1+\beta)^{\frac{1}{2}}}$$

where y_2 is the simulated conjugate depth of the hydraulic jump at section(2).

$$F_2 = \gamma \frac{A_p}{(1+\beta)}\left[y_2 - \frac{D}{2(1+\beta)^{\frac{1}{2}}} \right] \quad (11)$$

But :

$$Q(\varrho_1 A_1 - \varrho_2 V_2) = Q\left(\varrho_1 \frac{Q}{A_1} - \varrho_2 \frac{Q}{A_2}\right) = \frac{\gamma Q^2}{g}\left(\frac{1}{A_1}\right) - \frac{1+\beta}{A_p} \quad (12)$$

from equations (10), (11), and (12)

$$\frac{A_p}{(1+\beta)}\left[y_2 - \frac{D}{2(1+\beta)^{\frac{1}{2}}} \right] - \bar{y}_1 A_1 = \frac{Q^2}{g}\left[\frac{1}{A_1} - \frac{1+\beta}{A_p} \right] \quad \ldots \quad (13)$$

and solving for y_2 :

$$y_2 = \frac{Q^2(1+\beta)}{g A_p}\left[\frac{1}{A_1} - \frac{1+\beta}{A_p} \right] \frac{D}{2(1+B)^{\frac{1}{2}}} + \frac{\bar{y}_1 A_1 (1-\beta)}{A_p} \quad (14)$$

If the discharge, depth of flow at section (1), and the pipe diameter are known, the conjugate depth y_2 of the hydraulic jump in horizontal pipe can be determined using cquation (14), taking into consideration the effect of air entrainment.

If neglecting the effect of air entrainment, equation (14) becomes :

$$y_2 = \frac{Q^2}{g A_2}\left[\frac{1}{A_1} - \frac{1}{A_2} \right] + \frac{D}{2} + \frac{\bar{y}_1 A_1}{A_2} \quad (15)$$

Illustrative example

A horizontal circular pipe of 30 cm. diameter carrying a discharge of 200 lit./sec.. Compute the conjugate depth y_2 of the hydraulic jump created in the pipe, if the depth of flow upstream the jump y_1 is : 5, 8, 10, 12, 15, or 20 cm., for the aerated and nonaerated flow. Comparison between the two conditions is to be discussed.

The details of calculation are given for the case of y_1 cquals 10 cm., and the other results for the different depths are tabulated in table(6).

Table 5

Slope	Q lit/sec	y_1 cm	V_{01} cm/sec	Fr_1	R = A/P cm	V_1^2/gR	% air
10	35	6.38	162	2.01	4.7	5.51	3.2
	30	5.53	163	2.18	4.25	6.20	4.9
	25	5.00	146	2.05	3.91	5.42	2.9
	20	4.14	142.5	2.20	3.34	6.00	4.46
	15	3.42	136	2.31	2.88	6.35	5.20
	10	2.44	134	2.70	2.1	8.30	8.10
21	35	6.85	159	1.82	4.45	4.52	
	30	6.01	156	1.90	4.50	4.84	
	25	5.09	152	2.00	3.95	5.20	2.00
	20	4.14	151	2.21	3.36	6.05	4.57
	15	3.24	147	2.45	2.76	6.96	6.25
	10	2.32	143	2.80	2.05	8.92	8.85
30	35	6.67	168	1.80	4.84	4.47	
	30	6.51	156	1.68	4.77	4.90	
	25	5.20	158	1.91	4.05	4.73	
	20	4.50	154	2.00	3.60	5.08	1.26
	15	3.13	167	2.60	2.66	8.00	7.75

where β is the rate of air discharge to water discharge,

Q_a is the rate of flow of air,

Fr_1 is the Froude Number upstream the jump, and

Q is the rate of discharge.

In 1952, Kent(11) in his study on the same problem, found that the amount of air removed by the action of the hydraulic jump was related to the drag force acting on the air pozket. He also found that the head loss due to the presence of ait in the flow was a function of the percentage of air in the pipe.

In 1957, Haindl and Sotornizh(7), carried out a similar study on the rate of air entrainment by the hydraulic jump in a closed conduit which was rectangular in cross section. They employed gamma radiation for measuring the air inflow into the jump. They concluded the same results of Kalinske and Robertson.

To determine the conjugate depth, the pressure momentum general equation is used entrainment, Ayyoub (17), fig. (1).

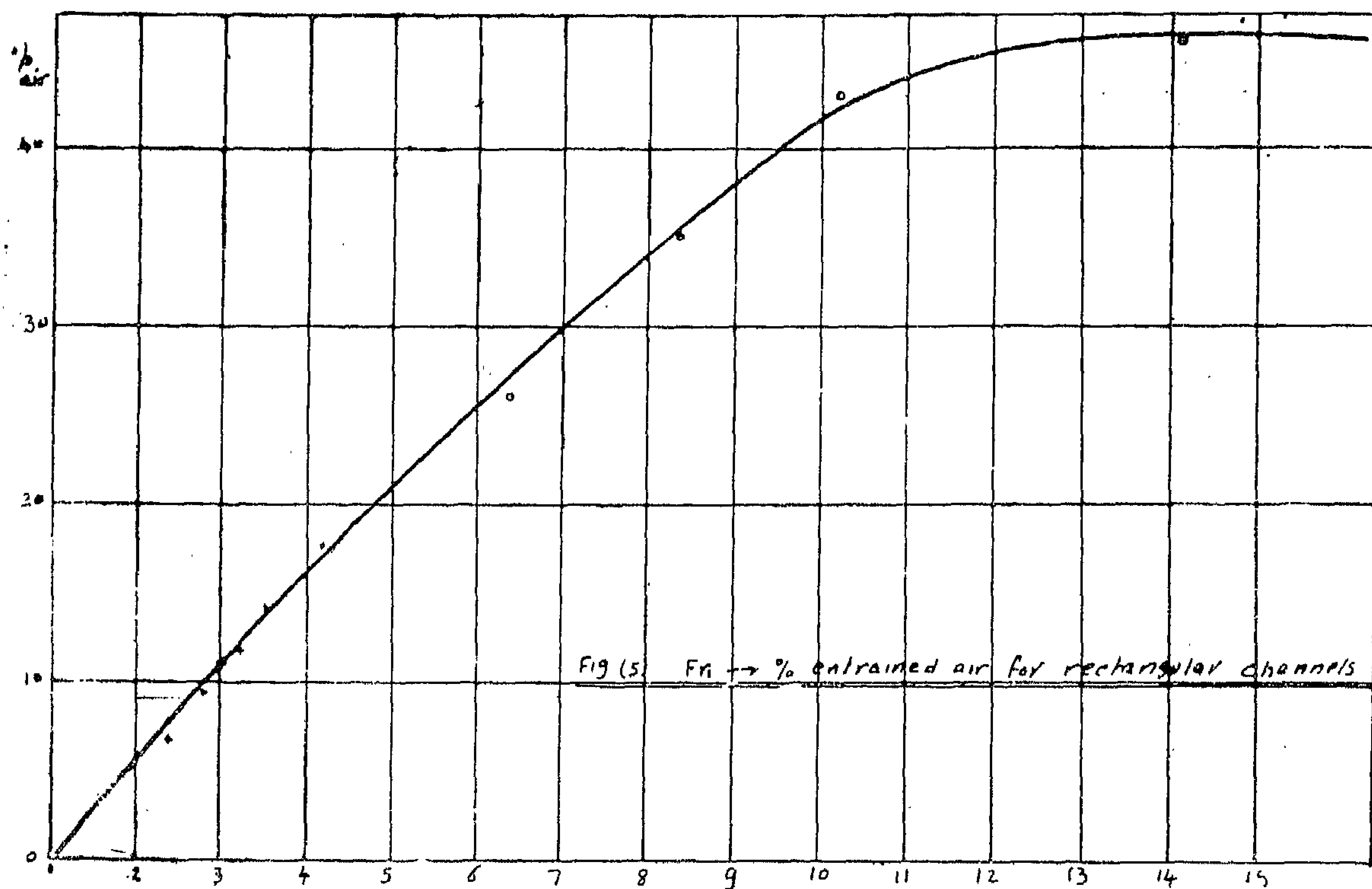


Fig (5) Fr → % entrained air for rectangular channels

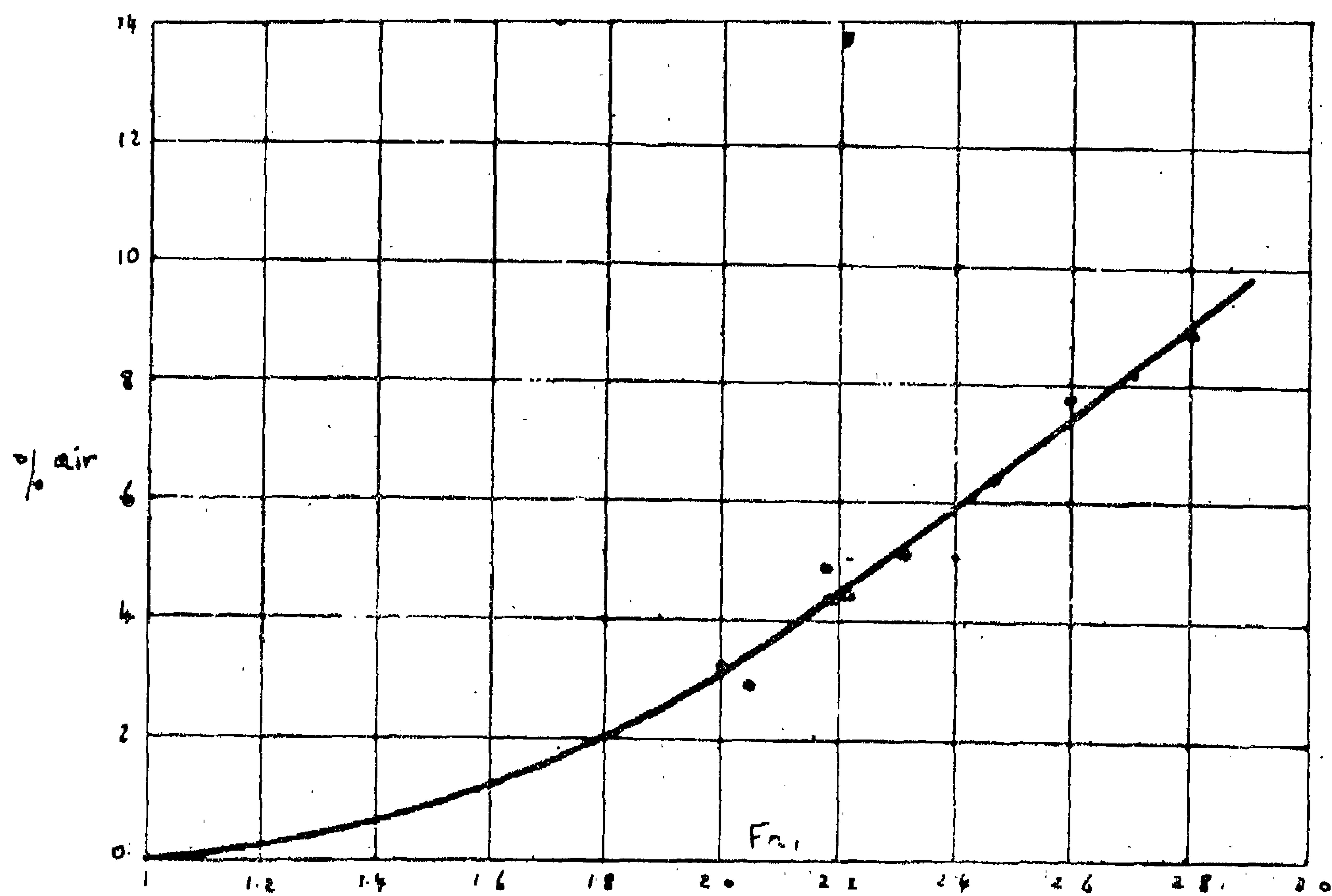


Fig (6) Fr1 → % entrained air for sloping rectangular channels

Hydraulic Jump established downstream the sluice gate in horizontal channels.

Experiments were carried out on flow of water under sluice gates in a rectangular flume 36 cm. wide and for discharges of 35, 30, 25, and 15 lit./sec. and for different gate openings ranging between 8 and 4 cm., in the hydraulic laboratory of Faculty of Engineering, Giza. Hydraulic jump is established by raising a gate at the end of the flume so making the flow streaming. Table (4) gives the depths at which the hydraulic jump happens at the different discharges as taken from the experiments. Calculating the Froude Number Fr_1 at the beginning of the jump, the hydraulic mean depth of the flow, R, and making use of equation(4), the percentage of entrained air is calculated, table (4). Plotting Fr_1 against the percentage of entrained air from these experiments and those from the results obtained from the example table (2), a smooth curve connects all the points of the two cases, fig. (5).

Table 4

Q lit/sec	y_1 cm.	V_1 cm/sec	Fr_1	R = A/P cm.	V_2/gR	% air
35	4.96	195	2.8	3.90	9.95	9.95
30	4.96	167	2.39	3.90	7.32	6.80
30	3.83	216	3.55	3.15	15.20	14.25
25	3.78	184	3.02	3.11	11.10	11.02
20	2.60	213	4.20	2.28	20.43	17.50
15	2.58	162	2.24	2.26	11.90	11.75

Hydraulic jump in sloping rectangular channels.

Making use from the results given by Khafagi, A.A. and Abdallah, M.S. (10), for the hydraulic jump on sloping zhannels by using different types of weirs, for different discharges of 35, 30, 25, 20, 15 and 10 lit./sec., on a rectangular flume 36 cm. wide, in the hydraulic laboratory of Faculty of Engineering, Giza, and calculating the percentage of entrained air, by using equation(4), table (5) gives the required results. Fig. (6) gives the plot of Froude Number against the percentage of entrained air for slopping rectangular channels.

3.—EFFECT OF AIR ENTRAINMENT ON HYDRAULIC JUMP IN CLOSED CONDUITS

In 1942, Kalinske and Robertson(9) in their investigation on the air entrainment on hydraulic jump in pipes, stated that the rate of air entrainment was found to depend on the relative intensity of turbulence which in turn depended on the Froude Number upstream from the jump. The slope of pipe had little effect on the rate of air pumping into the flow. They gave the relationship.

$$\beta = \frac{Q_a}{Q} = 0.0066\,(F_{r_1} - 1)^{1.4} \quad .. \quad (9)$$

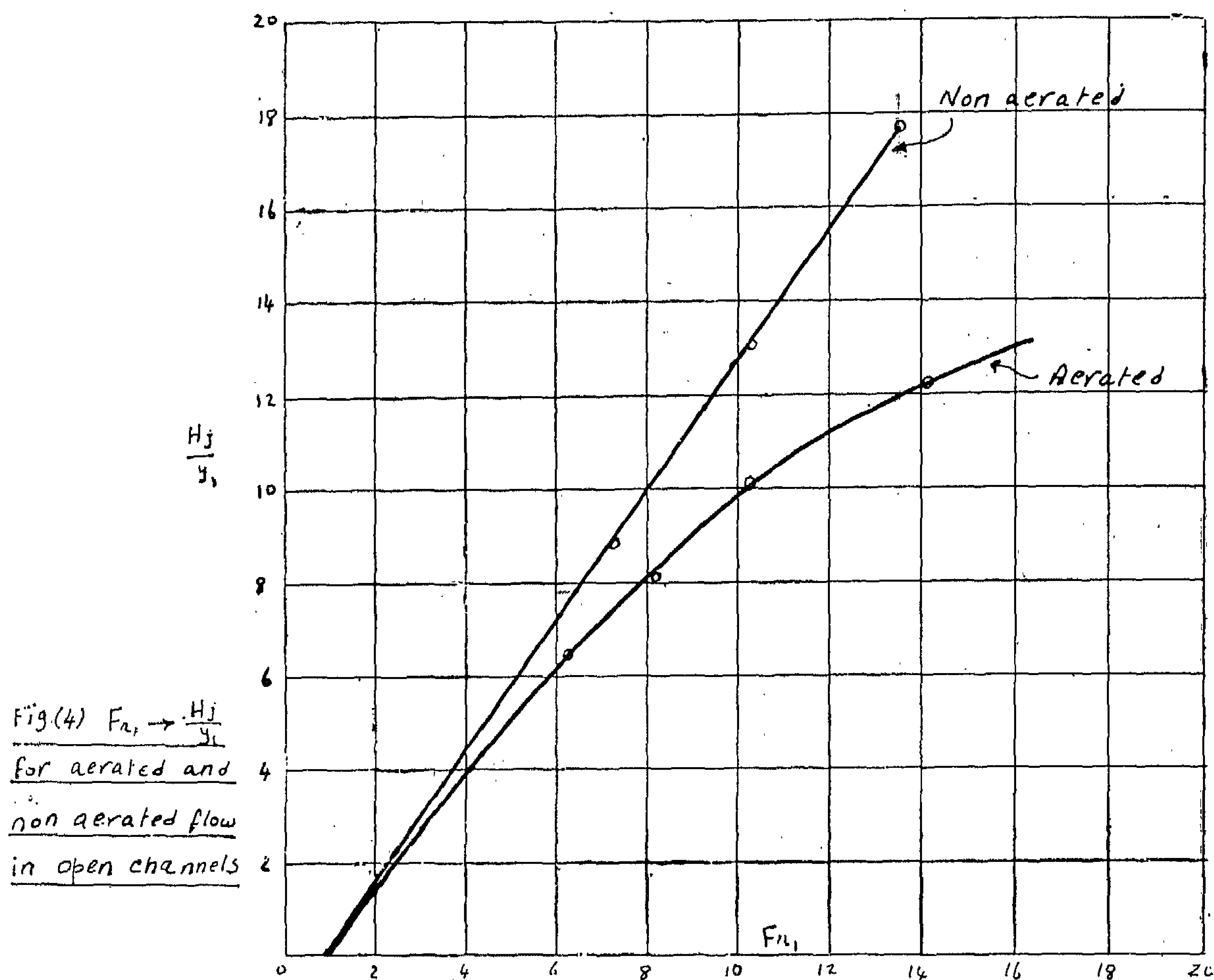


Fig.(4) $Fr_1 \rightarrow \frac{Hj}{y_1}$ for aerated and non aerated flow in open channels

Table 3 : For Non Aerated Flow

V_1	y_1	y_2	Fr_1	Hj	Hj/y_1
20	0.75	7.45	7.30	6.7	8.90
25	0.60	8.45	10.30	7.85	13.10
30	0.50	9.33	13.50	8.83	17.66
40	0.375	10.80	21.00	10.42	28.00

From the results obtained in tables (1), (2) and (3), Froude Number of the flow under different conditions is plotted against Hj/y_1 for aerated and non aerated flow, fig. (4), where Hj is the height of the jump and equals y_2-y_1.

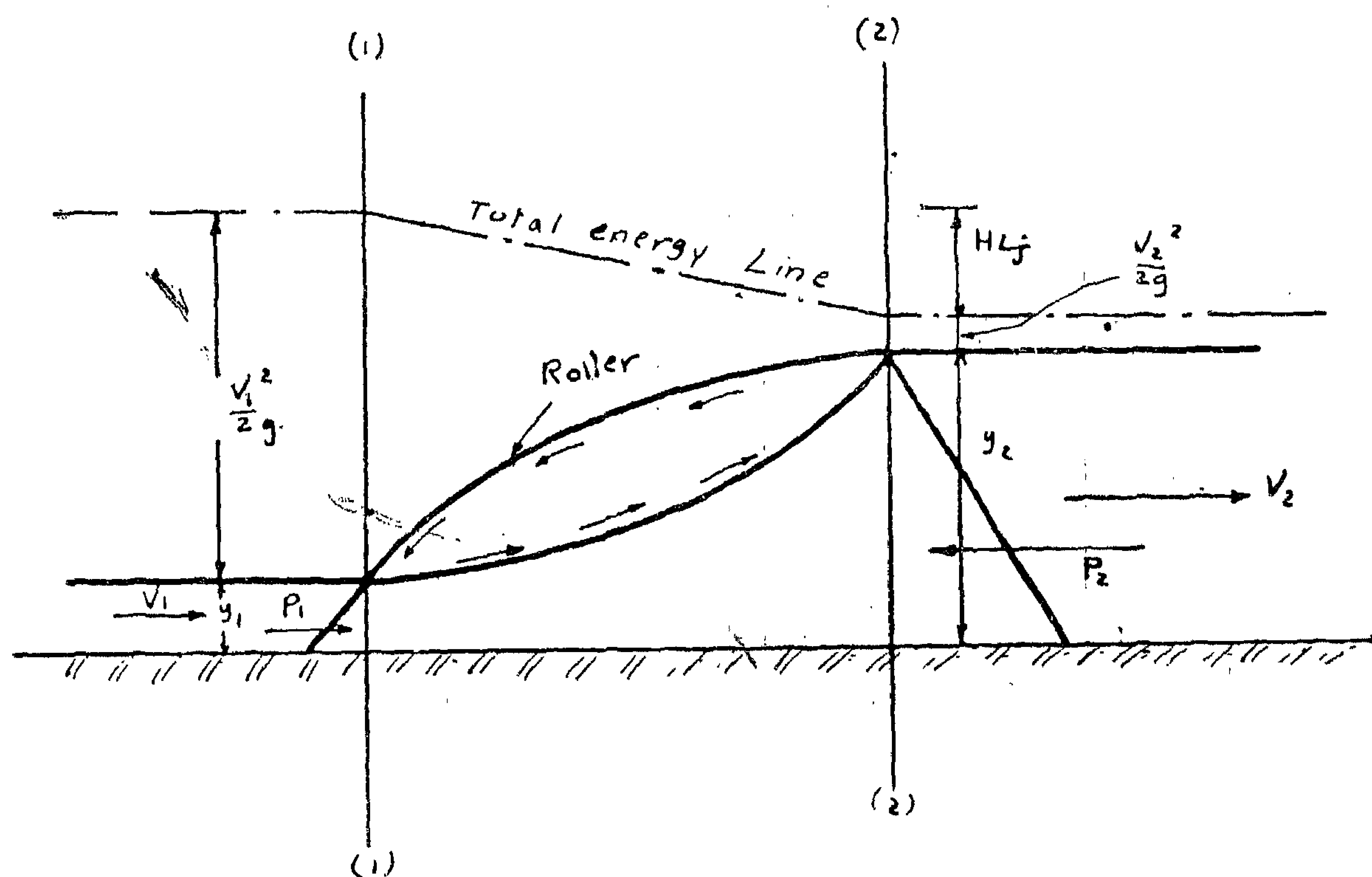


Fig (3) Free body diagram of Hydraulic Jump in a horizontal channel

Table 2 : For Aerated Flow

V_1	y_1	y_2	Fr_1	H_j	H_j/y_1	% air
20	1.0	7.35	6.4	6.35	6.35	26 %
25	0.92	8.30	8.35	7.38	8.00	35 %
30	0.88	9.90	10.20	9.02	10.20	43 %
40	0.82	10.85	14.10	10.03	12.20	46 %

This equation cannot be applied to the aerated flow and thus, the effect of air entrainment must be taken into consideration.

Applying the general relationship of the hydraulic jump problem :

$\therefore M_2 - M_1 = F_1 - F_2$

where : F_1 and F_2 are the total pressure forces at sections (1) and (2),

M_1 and M_2 are the momentum at sections (1) and (2).

$$\therefore F_1 - F_2 = \frac{\gamma}{2}(\varrho y_1^2 - y_2^2)$$

$$\& \; M_2 - M_1 = \frac{\gamma q}{g}(V_2 - V_1)$$

and $q = \varrho y_1 V_1 = y_2 V_2$

$$\frac{\gamma q}{g}(V_2 - V_1) = \frac{\gamma}{2}(\varrho y_1^2 - y_2^2)$$

$$\frac{\varrho y_1 V_1}{g}\left(\frac{\varrho y_1 V_1}{y2} - V_1\right) = \tfrac{1}{2}(\varrho y_1^2 - y_2^2)$$

from which an expression for y_2 can be obtained:

$$y_2^2 = \varrho y_1^2 + \frac{2\varrho y_1 V_1^2}{g}\left(1 - \varrho \frac{y_1}{y_2}\right) \quad (8)$$

and so to determine the tailwater depth of a hydraulic jump taking into consideration the air entrainment, equation (8) is used and solved by the trial and error method.

Each cross section must be treated separately to determine its charachteristics conserning the hydraulic jump.

Illustrative example

As an example the case of a wide rectangular channel carrying a discharge of 15 cubic meters per second per unit width will be illustrated.

In each case, the conjugated depths for an aerated and nonaerated flow are to be determined

Case (1) : Assume $V_1 \simeq 20$ m./sec.

For nonaerated flow :

$y_1 = 0.75$ m. , and applying equation (7) to find y_2,

$y_2 = 7.45$ m.

For aerated flow : It is solved by trial and error :

First assume $y_1 = 0.80$ m. , $\therefore V^2/g R = 50.9$

From curve fig. (2), u = 30.2 %

$\varrho = 0.698$

$q = \varrho y_1 V_1 = 0.698 \times 0.80 \times 20$
$= 11.2$ m³/sec/unit width

< 15

Again assume $y_1 = 1.0$ m. , $\therefore V^2/g R = 40.8$

From curve fig. (2), u = 26.0% , $\varrho = 0.74$

$\therefore q = \varrho y_1 V_1 = 0.74 \times 1.0 \times 20 \simeq 14.8$
$\simeq 15$ m³/sec/unit width

Using equation (8) to find y_2 :

$$y_2^2 = 0.74 \times (1.0)^2 + \frac{2 \times 0.74 \times (20)^2}{9.8} \times \left(1.0 - 0.74 \times \frac{1.0}{y_2}\right)$$

$y_2 = 7.35$ m.

$y_1 = 1.0$ m. , and $y_2 = 7.35$ m.

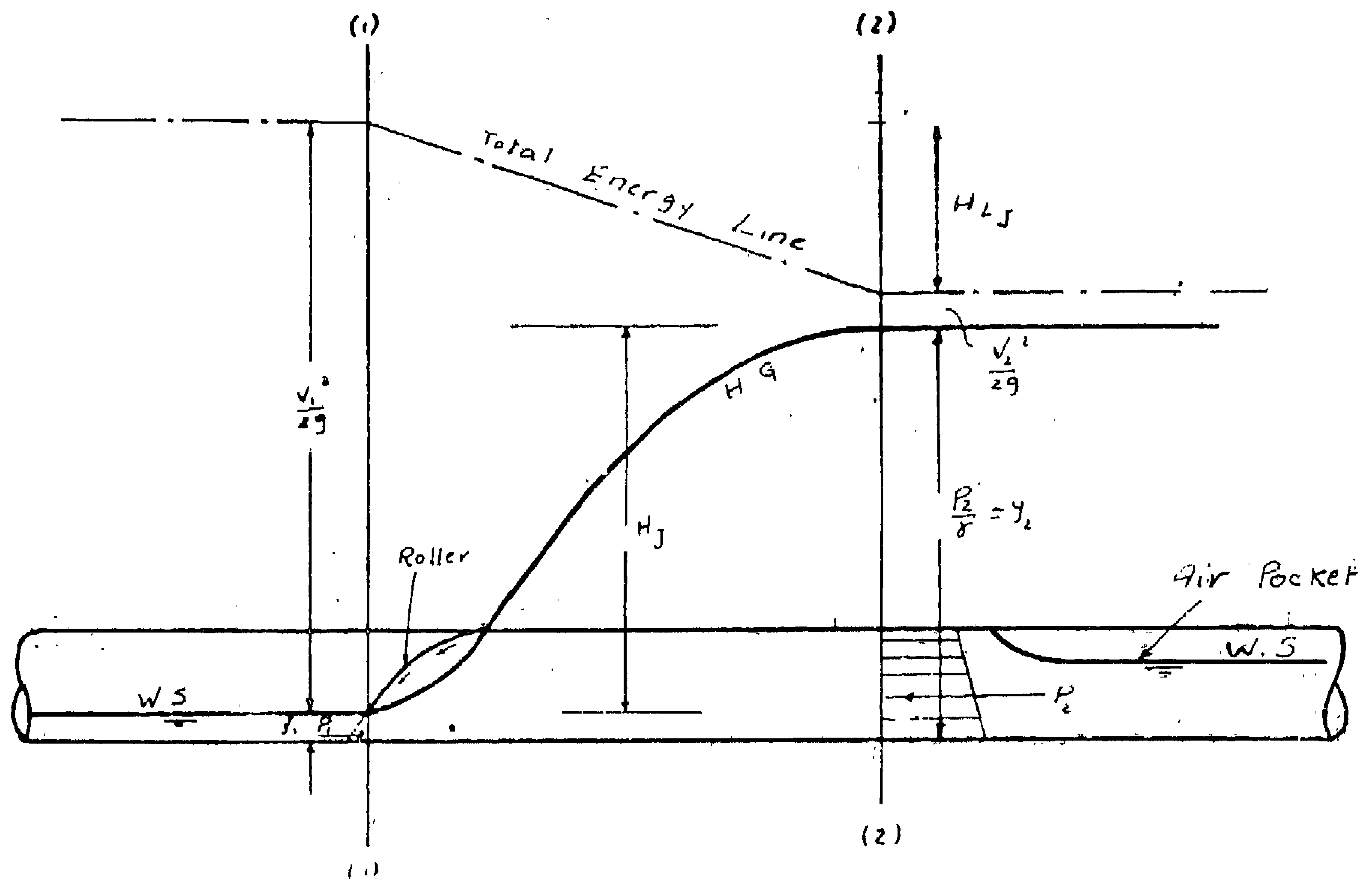
Following the same procedure, different values of y1 and y2 are obtained for the corresponding values of the velocity. These values are summerised in table (1).

Also Froude Number Fr1 for the comming water, and $\frac{Hj}{y_1}$ are calculated and given in tables (2) and (3) for the aerated and the non aerated flow.

Table 1

V_1 m/sec	Aerated flow		Non aerated flow	
	y_1 (m)	y_2 (m)	y_1 (m)	y2 (m)
20	1.0	7.35	0.75	7.45
25	0.92	8.30	0.60	8.45
30	0.88	9.90	0.50	9.33
40	0.82	10.85	0.375	10.80

Fig (1) Free body diagram of Hydraulic Jump in a horizontal pipe



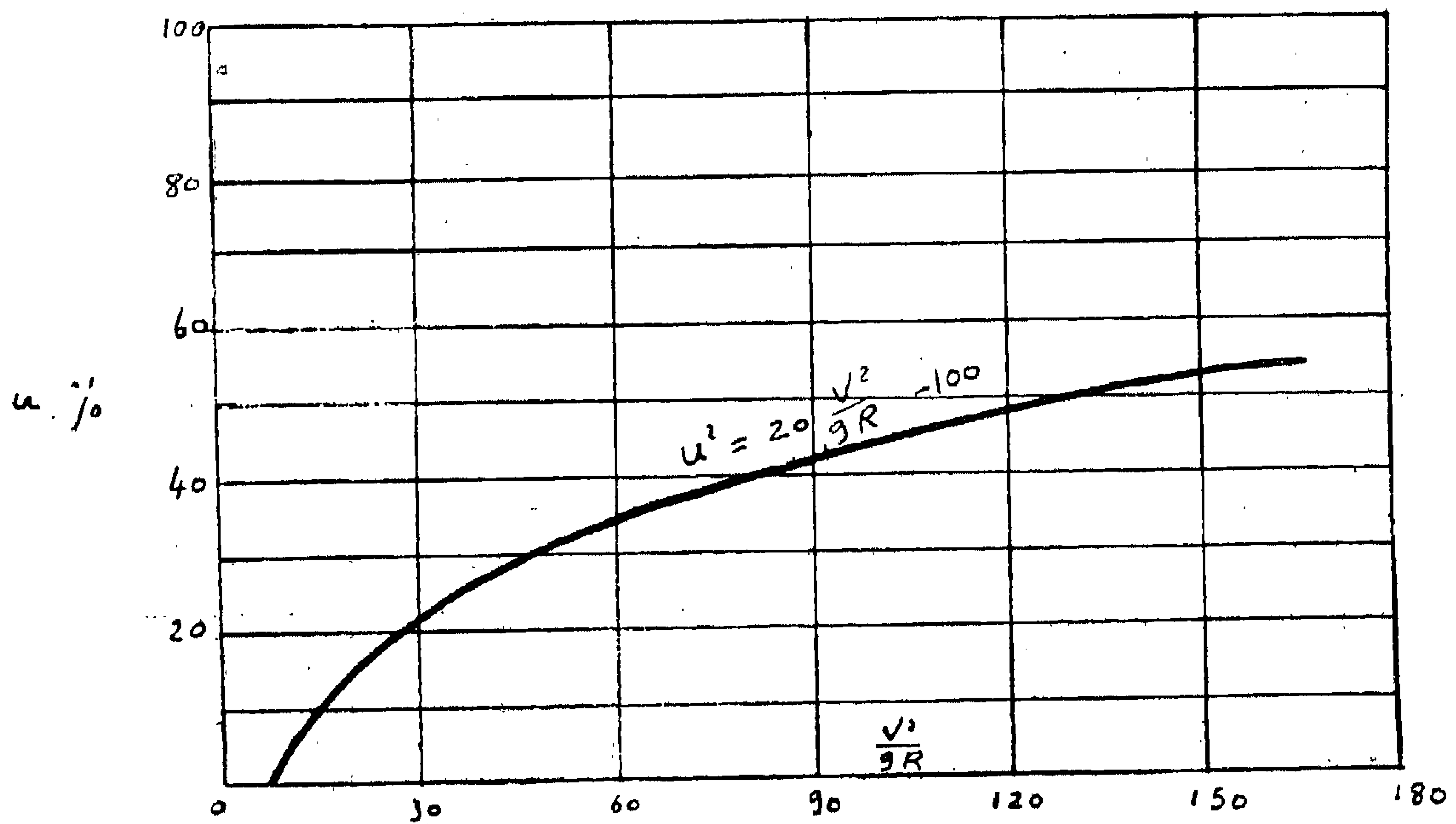


Fig. (2) $\frac{g R}{V^2}$ → % air

In 1938, Lane and Kindsvater(14), stated that this deviation is due to the non uniform distribution of average velocity at section (2) which was assumed to be uniform, and mainly to the effect of air entrainment on the velocity at section (2) which was neglected. But they concluded that, despite the discrepency found in the pressure momentum data which is of little practical importance, the commonly accepted theory of the hydraulic jump can be applied to any of open channel or closed conduit.

2. EFFECT OF AIR ENTRAINMENT ON HYDREULIC JUMP IN OPEN CHANNELS

The basic equation of flow when air is entrained in water is

$$Q = \varrho A V$$

where ϱ is the ratio in the mixture of air and water or the relative density of the mixture (and therefore $1 - \varrho$ represents the ratio of air)

For a rectangular channel :

$$P = b + 2y = b + 2q/V$$

$$\therefore R = A/P = \frac{b\ q/V}{b+2q/V} = \frac{b\ q}{bV+2q} = \frac{q}{V+2q/V}$$

where P is the perimeter, A is the cross sectional area, q is the discharge per unit width of the channel, V is the mean velocity and R is the hydraulic mean depth.

Assume that $G = 2q/b$

$$\therefore R = q/(V+G) \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

If the effect of air entrainement is taken into consideration :

$$\therefore A_a = bq/\varrho V$$

and $P_a = b+2y = b + 2q/\varrho V$

and $R_a = A_a/P_a = \dfrac{bq/\varrho V}{b + 2q/\varrho V}$

$$= \frac{b\ q}{\varrho bV+2q} = \frac{q}{\varrho V+2q/b}$$

$$= \frac{q}{\varrho V + G} \quad (2)$$

where the symbol (a) denotes the case when considering air entrainment.

Since tne frictional resistance in addition to the kinetic energy, has a definite relation on the air entrainment, hence it is advantageous to use the hydraulic radius R as the longitudinal parameter.

From the experiments of Hall(8), he obtained the relation :

$$(1-\varrho)/\varrho = k\frac{V^2}{g R} - k_1 \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

where k and k_1 are coefficients both dimensionless, depending upon the nature of the test chute.

If u is the percentage of entrained air by voiume $= 1 - \varrho$,

another more convenient plotting was produced, fig. (2), which gives the relationship :

$$u^2 = 20\frac{V^2}{g R_a} - 100 \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

From the curve, no air cntrainment occurs for values of $V^2/g R_a = 5$ or less.

i.c. $V = \sqrt{5 g R_a}$,

where V is the minimum velocity for air entrainment to occur.

From cquation (3), if $k_1 = 0$,

$$\varrho = \frac{1}{1 + k V^2/g R}$$

Substituting for $R = q/(V+G)$

$$\varrho = \frac{1}{1 + \frac{kV^2}{g q}(V+G)} \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

and from cquations (1) and (2)

$$\frac{R}{R_a} = \frac{\varrho V + G}{V+G} \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

Equations (5) and (6) are the basic formulae for the solution of problems of air entrainment in high velocity flow.

The conjugate depths

In rectangular zhannel fig. (3),

$$y_2 = \frac{y_1}{2}\left(-1 + \sqrt{1 + \frac{8q^2}{g y_1^3}}\right) \quad (7)$$

EFFECT OF AIR ENTRAINMENT ON HYDRAULIC JUMP IN OPEN AND CLOSED CONDUITS

By

Dr. MAHMOUD SAID ABDALLAH

PH. D., M. SC., M.A.S.C.E.

Faculty of Engineering Cairo University, Giza, U.A.R.,

---

1. INTRODUCTION

The phenomena of hydraulic jump has been particularly noticed since early stages, and has been used for dissipating the excess of kinetic energy of the fast moving streams. Many experiments indicated that the measured energy loss by a jump is usually considerably different than the theoretical value. Several experimental investigators believe that the apprent abnormality of the results must have a close connection with the fact of the entrained air in the hydraulic jump. This entrained air makes the density of the upper layers of the flow substantially less than that of water, thus the manometer pitot readings and the velocity calculations which are based on density of water will become nmisleading.

In open channel flow, air is entrained into the water body at upstream end of the jump when the velocity of water is greater than the critical ($V_C = \sqrt{g\ y}$) or in other words, when the flow velocity is larger than the prograting velocity of the surface wave at the particular depth. Therefore, air entrainment through the free surface of a flowing liquid is actually a wave phenomena. It is accomplished through the medium of breaking waves which fold in air and carry it through the interface. If the waves travel slower than the differential velocity, (relative water velocity to the air), then the waves will gradually pick up energy through the interfacial friction, build up their amplitude and finally break, entraining air. As the waves travel as fast or ever faster than that differential velocity, they would loose energy and finally die out. This air entrainment is a surface phenomena and is restricted in general to the velocities of flow above the critical. Since the big difference between the densities of the air and water (1.00 and 0.00125 gm./cubic cm.), there is always a strong tendency for them to separate. The depth of penetration of the air bubbles below the surface will depend upon the size of the bubbles and the degree of turbulance. Large bubbles will penetrate less than small ones. The air concentration is greater near near the surface and it has non uniform vertical distribution.

The hydraulic jump in closed conduits.

In 1936, Kindsvater(12), verified the theoritical pressure-momentum relationship in a horizontal pipe. He tried to correct the pressure head at the end of the jump for the loss of head due to boundary friction in the pipe section occupied by the jump, but slight deviation was observed and in most cases, the values of pressure plus momentum of section (1) were greater than those at section (2).

REFERENCES

Chardabellas (1940) Durchfluβwiederstande in Sand und ihre Abhangigkeit von Flüssigkeits und Bodenkennziffern. Mitt. Preuβ. Versuchsanstalt Wasser, ErdSchiflbau.dun Heft 40 Berlin.

Hazen, A. (1892) : Some physical properties of sands and gravels with special reference to their use in filteration. 24th. Annual Report, Massachusetts State Board of Health.

Kozeny, J. (1927) : Über Kapillare Leitung des Wassers in boden. Ber. Wien Akad. 136a-271.

Lambs, T.W. (1958) : Soil testing for engineers. P. 36. New York. John Wiley and Sons, Inc.

Loudon, A.G. (1952) : The computation of permeability from simple soil tests. Geot. 4, P. 165, London.

Rose, H.E. (1950) : Fluid flow through beds of granular material. Some aspects of fluid flow. Proc. Conf. Instn. Phys. 136.

Schultze, E.—Muhs, H. (1950) : Bodenuntersuchungen für Ingenieur-bauten. Berlin.

Slichter, C.S. (1899) : Theoretical investigations of the motion of the ground water. 19tn. Annual Report, U.S. Geological Survey. 2:305.

Taylor, . (1948) Fundamentals of soil mechanics. P. 112. New York. John Wiley and Sons.

Terzaghi, K. (1925) Erdbaumechanik, P. 120. Wien.

Terzaghi, K. and Peck, R. (1948) Soil mechanics in Engineering Practice. New York. John Wiley and Sons.

the sand particles. These forces decreases the velocity of the flowing water and result in a corresponding decrease in the permeability. Therefore it is reasonable to expect that some definite relationships exist between the size of the grains and the parameter A in equation 10.

For each grain size distribution curve, the effective mean diameter d_m is plotted against the corresponding A-value in a linear scale, fig. 4. It is found that a linear relationship exists between A and d_m and given by the equation :

$$A = 1.767\, d_m - 0.334 \quad \ldots \ldots \quad (11)$$

where : d_m in mm

The constants in equation 11 were calculated by means of least square method. It is to be noticed that, equation 11 is not valid for values of d_m less than 0.20 mm. Soils of d_m less than 0.20 are mainly silts or silty soils.

From equations 9, 10, and 11 the coefficient of permeability k_t at any temperature is given by:

$$k_t = \left(\frac{\eta_{20}}{\eta_t}\right) . (1.767\, d_m - 0.334)\, e^3 \quad \ldots \quad (12)$$

In spite of the variation in the grain shape of the tested sand, equation 12 does not include any factor concerning its effect. This means that the grain shape has either no effect on the permeability of sand, or its effect is too small to be detected. On the other hand, the effect of the grain shape may appear in case of testing soils with artificial grain shape, such as crushed sand stone, crushed basalt, crushed quartzite, .. etc. Permeability of these soils will be discussed in a seperate paper.

6.—CONCLUSION

Permeability tests on saturated clean sands with natural grain shapes show that, the coefficient of permeability k at any temperature of the discharging water, depends on three paramaters :

I — Viscosity of diszharging water η_t

II —Effective mean diameter d_m (given by Kozeny as a function to the grain size distribution zurve).

III—Void ratio e

Over the range of these experiments, k_t can be be given by the formula :

$$k_t = \left(\frac{\eta_{20}}{\eta_t}\right) . (1.767\, d_m - 0.334)\, e^3$$

where : d_m in mm and to be not less than 0.20 mm.

7.—ACKNOWLEDGMENT

The auther thanks the Alexander Von Humboldt Stiftung for the grant of a scholarship for the academic year 1964-1965, with the aim of carying out research work in the Institut für Verkehrswasserbau, Grundbau und Bodenmechanik der techniszhe Hochschule Aachen, western Germany,

The auther is indebted to professor Dr.-Ing. Edgar Szhultze, the director of the institut for granting the facilities of his laboratory.

Table 3 : A-values of the tested sand

Sand No.	A	Sand No.	A
1	2.550	7	0.180
2	1.150	8	0.163
3	0.520	9	0.080
4	0.370	10	0.097
5	0.370	11	0.052
6	0.320		

5.2—The effect of the grain size on the parameter A

It is well known that the permeability depends largely on the size of the soil grains. From fig. 3 it can be observed that, at equal values of void ratios, and irrespective of any difference in the grain shape, the permeability varies conformally with the size of the grains. An explanation to this, is that the specific surface of the sand increases with decreasing the size of the grains, thus increasing in turn the shearing forces between the flowing water and

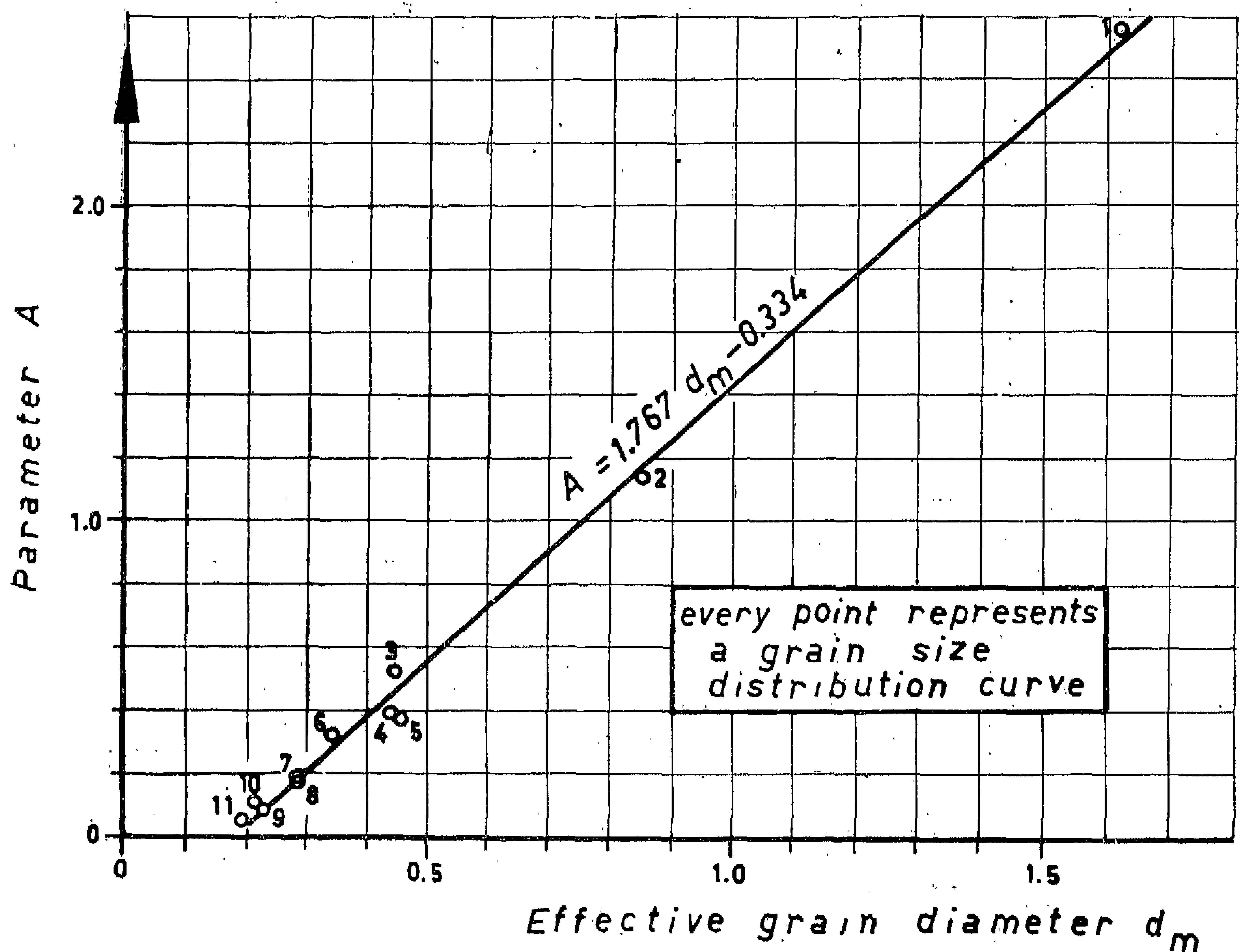


Fig 4: Relationship between parameter A and effective grain diameter d_m

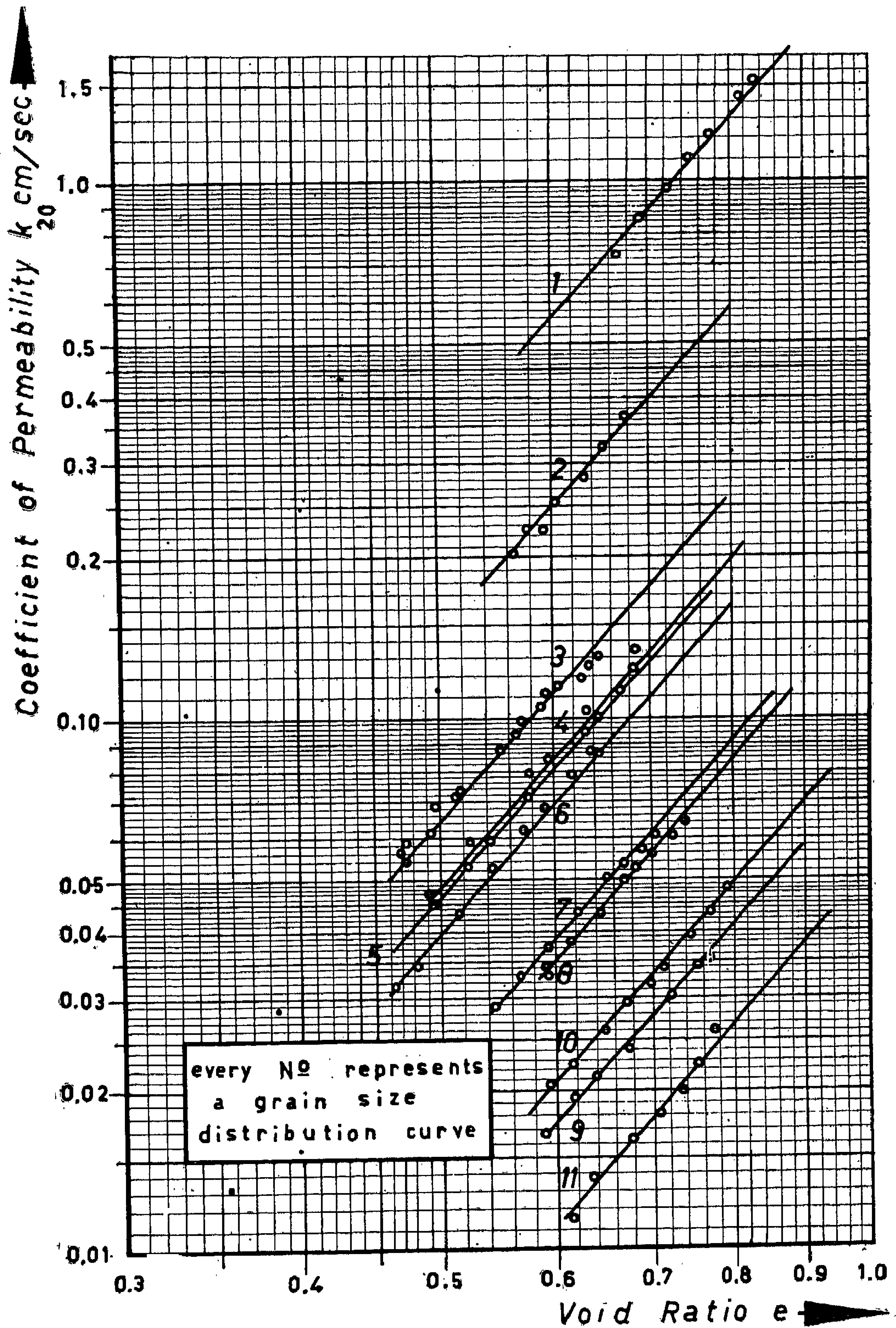


Fig. 3. Relationship between coefficient of permeability k_{20} and void ratio e

A streamline flow of water through the soil follows essentially Darzy's law :

$$Q = a\,k\,i \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad (8)$$

where :

Q = volume of discharge water in unit time flowing through a cross scetional area "a" of a sand sample

k = coefficient of permeability

f = hydraulic gradient · difference in pressure head between two consequent pressure points divided by the vertical distance between them.

5.—DISCUSSION OF TEST RESULTS

The effect of the following factors on the coefficient of permeability was investigated :

(a) Void ratio.

(b) Grain size.

(c) Shape and arrangment of pores.

(d) Viscosity of pore fluid, (deaired water).

(e) Degree of saturation.

With respect to the last factor, it is found that a decrease in the degree of saturation causes an decrease in the coefficient of permeability, (Lambe 1958). The effect of the degree of saturation on the permeability will be disregarded in this paper, since only saturated samples of sand were tested.

The effect of the viscosity of the flowing water was taken into account by calculating k-values at a standard temperature of 20° C, and for any temperature t :

$$k_{20} = \left(\frac{\eta_t}{\eta_{20}} \right) k_t \qquad (9)$$

where :

$\frac{\eta_t}{\eta_{20}}$ for t = 10° C is 1.3

t = 15° C is 1.14

t = 30° C is 0.79

The effect of the factors a, b, and c will be discussed in the following paragraphs.

5.1—Effect of the void ratio e on the coefficient of permeabilityk.

The calculated values of the coefficicnt of permeability k_{20} were plotted against the void ratio in a double logarithmic scale (fig. 3). The relationship was found to be a straight line fulfilling equation 5 :

$$k = A\,e^{B} \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad (5)$$

As mentioned before, B indicates the inclination of the straight line to the log e-axis, and A is equal to k at e=1.

According to the test results, Parameter B is found, with a great accuracy, to be constant for all the tested sand and is cqual to 3. Hence equation 5 becomes :

$$k_{20} = A\,e^{3} \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad .. \quad (10)$$

On the other hand, it is found that parameter A varies with the type of sand. The values of the parameter A were obtained from figure 3 and givcn in table 3.

From equation 10, and according to present experimental evidence, it can be said that, parameter A depends on two out of the given five factors in paragraph 5; namely : grain size and grain shape.

$e_{max.}$, and the minimum void ratios $e_{min.}$ U- values vary from 1.45 to 3.05, d_m- values from 0.200 to 1.620, $e_{max.}$ - values from 0.778 to 0.940 and $e_{min.}$ - values fom 0.459 to 0.612.

The grain size distribution curve is characteristised after Kozeny by the term : effective mean diameter d_m. As will be seen later, the coefficient of permeability k is found to be a function of the effective grain diameter d_m. The effective mean diameter is determined as follows : (see fig. 2) :

(a) To the grain size distribution curve, draw another curve on the same plot but with the absciss 1/d instead of

(b) Determine the area under this curve abc and equilize it with the rectangle 1 m n o so that its length 1 o is equal to the height of the curve ac.

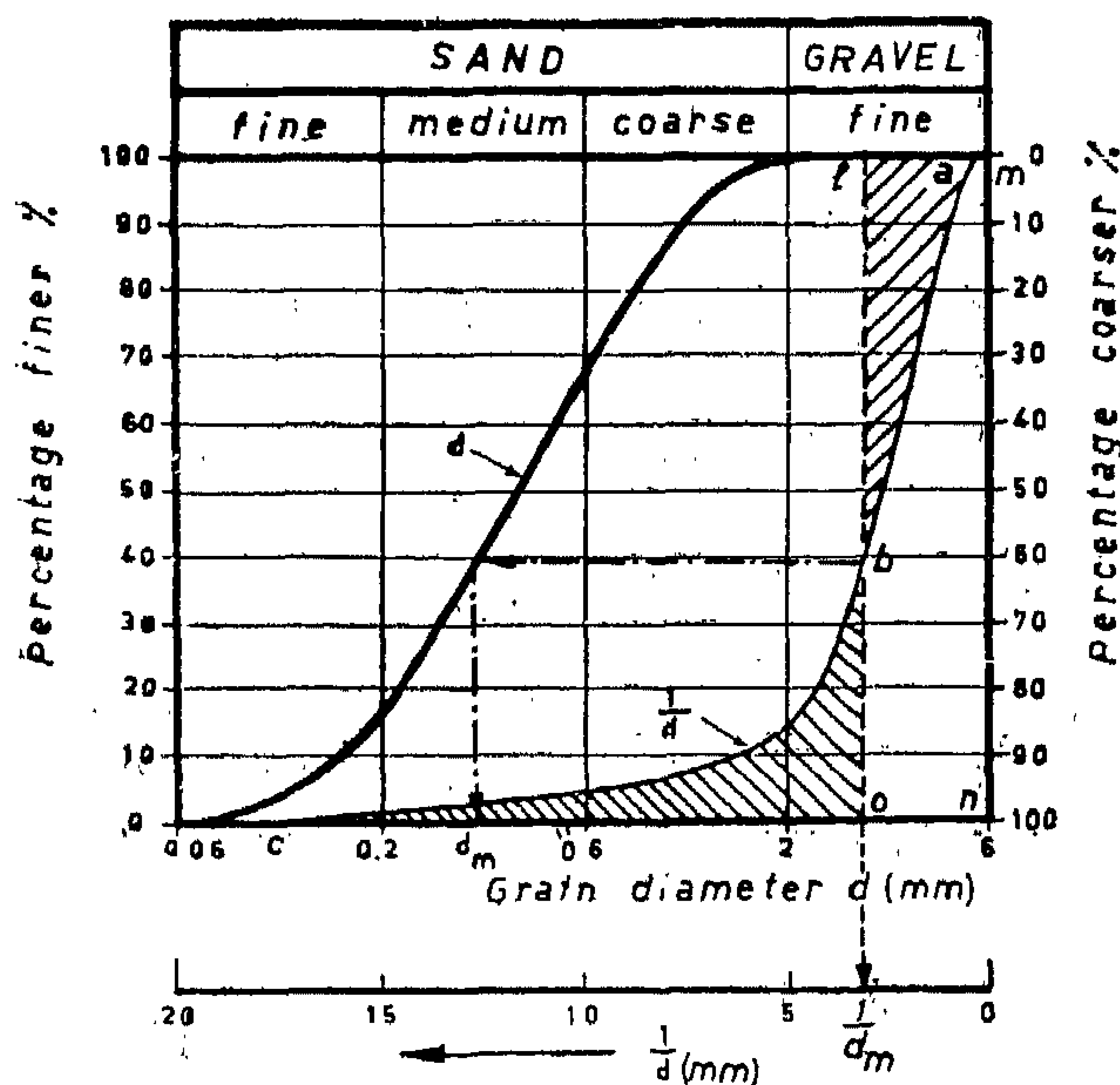


Fig 2 Determination of the effective grain diameter d_m (Grain size distribution curve Nr. 6 : d_m = 0 35 mm)

(c) The breadth of the rectangle 1 m gives the value of $1/d_m$.

(d) d_m is obtained from the figure by means of the horizontal through b on the grain size distribution curve.

4.—TEST PROCEDURE

To find out the relationship between the coefficient of the permeability and the different soil parameters, permeability tests on saturated clean sand has been carried out in constant head permeameter. The diameter of the sample was 8.89 cm and its height was about 30 cm. The pressure head was measured by means of 9 manometer tubes connected to the sample at 9 pressure points fitted to the side of the permeameter tube. The pressure points were arranged in three equally spaced levels. In each level there were 3 equally spaced pressure points.

The permeability tube was at first filled to about its height with deaired water. A homogeneously mixed dry sand was then placed by means of a funnel in a very loose state and with a uniform density. In order to avoid, or at least to minimize the constitution of the entrapped air in the sample, the lower end of the funnel was kept about 1 cm above the water surface. A flow of deaired water was then allowed till no air bubles appeared in the percolating water. Care was taken to ensure a laminer flow of water, and the gradient was kept always low enough to prevent piping.

A flow of deaired water was then allowed in the upward direction. The discharge of the flowing water per unit time as well as the pressure head at each level were to be taken for different densities. The density was changed by uniform tapping with a rubber hammer on the side of the premeability tube.

3.—DESCRIPTION OF THE TESTED SAND

Samples of sands from seven different localities were selected and subdivided into 11 grain size distributions, see table 2 and fig. 1. One of these sands was from Cairo and the others were from Germany. With respect to grain shape, coarse grains were more rounded than medium ones. Fine grains were more angular in shape than coarse and medium ones. Few grains were plated in shape. In general, all the grades of grain shape were present, but with different precentages, in each grain size distribution curve.

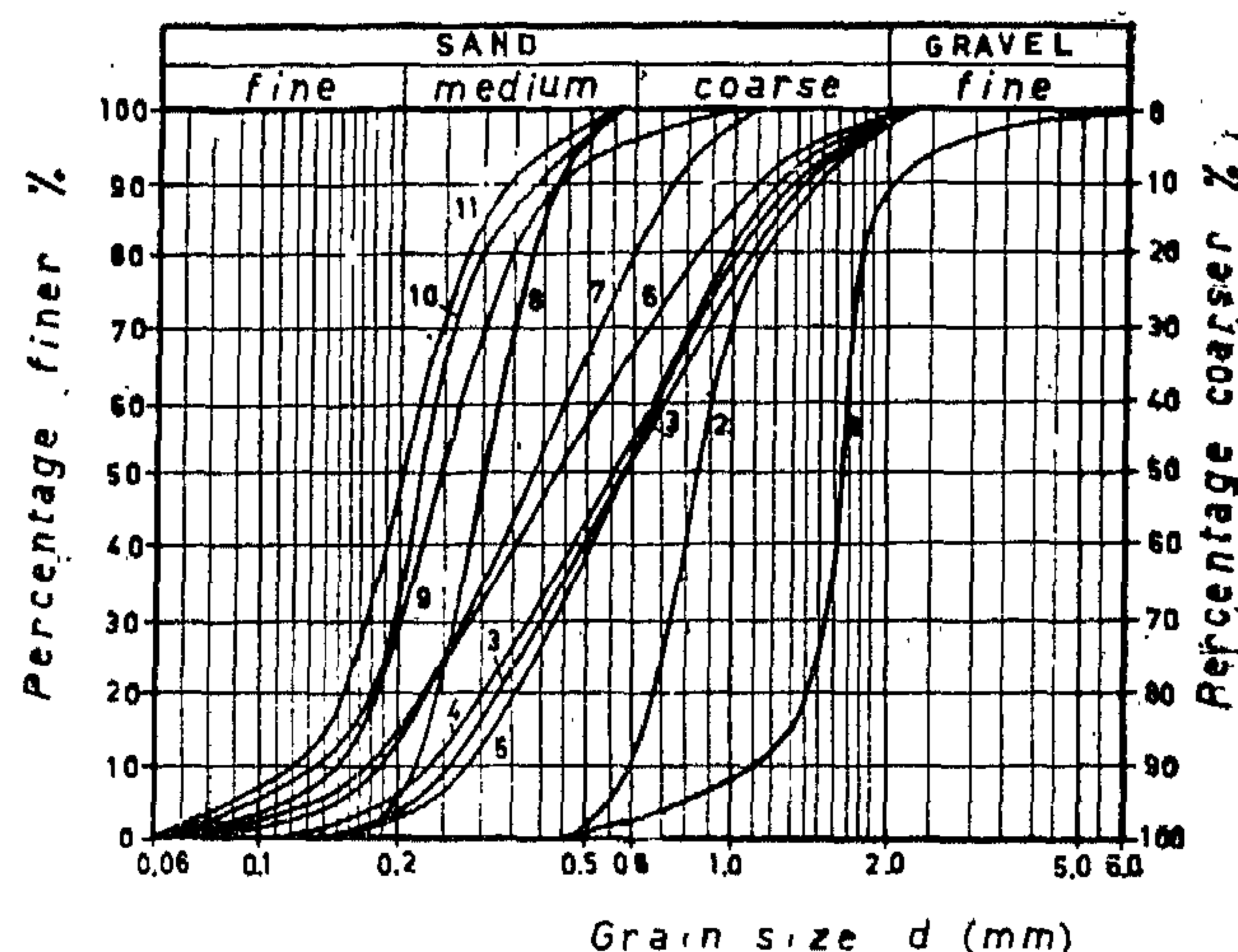


Fig 1: Grain size distribution curves of tested sand

Table 2 gives the values of the uniformity coefficient U, ($U = d_{60}/d_{10}$), the effective mean diameter d_m, the maximum void ratios

Table 2 : Characteristics of the tested sand.

Grain size distr. curve	Source of sand	U	d_m	$e_{max.}$	$e_{min.}$
1	Rursand Heinsberg	1.55	1.620	0.880	0.570
2	Rursand Heinsberg	1.50	0.850	0.804	0.534
3	Kleve Schwanenburg	2.70	0.450	0.788	0.459
4	Rursand Heinsberg	2.90	0.440	0.815	0.491
5	Sand from Cairo	2.50	0.460	0.778	0.460
6	Emmerich	3.05	0.350	0.800	0.466
7	Duisburg	2.32	0.290	0.856	0.540
8	Rursand Heinsberg	1.45	0.290	0.880	0.590
9	Kleve	1.80	0.230	0.898	0.588
10	Herzogenrath	1.64	0.220	0.940	0.566
11	Nievelstein	1.84	0.200	0.939	0.612

n = porosity of sand,

$\frac{C}{\eta}$ = 800 for rounded sand, and 460 for angular sand,

d_{10} = effective grain size.

2.4—Kozeny 1)927)

Kozeny developed his formula as an extention to Poiseuille's equation for the flow through capillary tubes.

$$k = \frac{g}{C \eta S^2} \cdot \frac{n^3}{(1 - n)^2} \quad \ldots \quad \ldots \quad (4)$$

where :

g = acceleration due to gravity,

C = constant, equal to 5 for spherical grains,

S = specific surface of grains. (Surface area per unit volume of grains).

η = viscosity of water,

n = porosity of sand.

2.5—The following unpublished emperical formula was derived by **"Vsrsuchsanstalt für Wasser-Erd-und Schiffbau, Berlin, Erbdauabteilung"** as a result of data obtained from permeability tests carried out in years 1937 and 1938 on several types of soils.

$$k = A\, e^B \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (5)$$

where :

e = void ratio.,

A and B are parameters depending on the type of soil.

Equation 5 represents a straight line relationship between k and e in the double logarithmic scale plot. The parameter A is equal to k at e=1, and the parameter B is the inclination of the (log k - log e) - line to the log e - axis. For fl[illegible] sand B = 3.25 and for loess B = 2.9.

In order to compute the values of the parameter B for sand, Schultze — Muhs (1950) remodelled the permeability equation derived by Chardabellas (1940) to a form similar to that of equation 5. They found from the results obtained by Chadabellas, that B is constant for sand and is equal to 3. The value of B however vary between 2 and 5 for all the types of soil.

Because of the simple form of equation 5, and its applicability to any type of soil without restrictions, it will be used in the analysis of test results obtained in this paper.

2.6—Rose (1950)

On the assumption that the sand grains are uniform spheres of diameter d, Rose put :

$$k = \frac{g\, d^2}{1000 \eta} \cdot \frac{1}{f(n)} \quad \ldots \quad \ldots \quad (6)$$

where :

g = acceleration due to gravity,

η = viscosity of water,

$$f(n) = 1.115\, (1 - n)\, \frac{(1 - n)^2 + 0.018}{(n)^{1.5}}$$

2.7—Loudon (1952)

Loudon derived the following emperical formula from a large number of permeability tests on clean sand, crushed basalt, crushed quartzite, crushed pyrex, and crushed sand stone :

$$\log (k\, S^2) = 1.365 - 5.15\, n \quad \ldots \quad \ldots \quad (7)$$

where :

S = specific surface of grains,

n = Porosity.

Equation 7 agrees with equation 4 only at n = 0.4, but deviates greatly for n greater than 0.45. The deviation is small for $0.3 < n < 0.45$.

PERMEABILITY OF CLEAN SAND

By

Dr. - Ing.

ABDELMONEM AHMED MOUSSA

Lecturer in Soil Mechanics and Foundations,
Faculty of Engineering, Ain Shams University.

1.—INTRODUCTION

The factors upon which the permeability of sand depends are quite well known. There are many published formulae in this field, in which the coefficient of permeability is given as a function of these factors. The use of some of these formulae is limited to special types of sands and under certain conditions. Other formulae contain some parameters that cannot be exactly determined, such as giving the coefficient of permeability in terms of the specific surface of sand grains. So far, the lack of definite relationships between these parameters and the type of sand, rather limits the use of the existing formulae.

The main object of this paper is to derive simple general relationships between these parameters and the coefficient of permeability for saturated clean sands.

2.—SUMMARY TO WELL KNOWN FORMULAE ON THE PERMEABILITY OF SAND

2.1—Hazen (1892)

Hazen found that the permeability of loose sands depends on the effective grain size d_{10}, defined as the size such that 10 per cent of the sand is of smaller grains. He carried out his tests on filter sand with grain size between 0.1 and 3.0 mm. Hazen's formula is :

$$k = C\,(d_{10})^2 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

The constant C is approximately 100. Taylor (1948) found that for sand, the value of C varied from 41 to 146 according to the porosity of sand.

2.2—Slichter (1899)

On the basis of the theoretical investigations, Slichter derived the following equation for uniform spheres of diameter d :

$$k = \frac{771\, d^2}{C} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

where k = Coefficient of permeab ility.

The parameter C depends on the porosity of sand. Table 1 gives the values of the porosity n and the parameter C.

Table 1 : Values of n and C

n	0.26	0.28	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46
C	84.3	65.9	52.5	34.7	24.1	17.3	12.8

2.3—Terzaghi (1925)

Terzaghi based his equation on Slichter's formula after taking into consideration the effect of grain size and grain shape.

$$k = \frac{C}{\eta} \left(\frac{n - 0.13}{\sqrt[3]{1 - n}}\right)^2 (d_{10})^2 \quad (3)$$

where :

Table 1 shows the results obtained for example 2.

Assuming that total length of the three cycles is the same for both cases (3t)

S ft	Case A					Case B				
	t_{r_1}	t_{r_2}	t_{r_3}	total on period	total off period	P_1	P_2	P_3	total on period	total off period
2.2	t_d	$1.73t_d$	$2.21t_d$	$3.0t_d$	$4.94\ t_d$	0.5	0.666	0.72	$2.94\ t_d$	$5.0\ t_d$
(corresponding) p	0.5	0.634	0.688							
2.0	$1.11t_d$	$1.914t_d$	$2.44t_d$	$3.0t_d$	$5.468t_d$	0.527	0.69	0.742	$2.944t_d$	$5.524t_d$
P	0.527	0.657	0.709							
0.9	$3t_d$	$5t_d$	$6.215t_d$	$3.0t_d$	$14.215t_d$	0.75	0.857	0.881	$2.946t_d$	$14.268t_d$
P	0.75	0.833	0.861							

SUMMARY

Economics of drainage wells operation problems depends mainley on periods of pumping and nonpumping. These periods, interm, are dependable on the amount of drawdown required and how fast this lowering is desired.

In this study, factors involved in such cyclic operation schedules are discussed and some theoritical analysis are made for methods to design these operation schedules. The computations becomes very much complicated when groups of drainage wells with enterfering effect are onsidered.

REFERENCES

1. Abu-Zeid, M. : Verne Scott, "Non steady flow for wells with decreasing discharge", "Journal of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 89, No. HY 3, Proc. Paper 3517, May 1963.
2. Abu-Zeid, M. : Verne scott, Gert Aron, "Modified solution sfor decreasing discharge wells", Journal of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 90, No. HY 6, Proc. Paper 4142, November, 1964.
3. Abu-Zeid, M. : "Considerations for multiplc well systems for drainage", The proceedings of the Engineering Societies, U.A.R. June 1966, Vol. No. V.
4. Theis, C.V. : "The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of a well using ground water storage, Trans. Amet. Geophysical Union, Vol. 16, PP. 519-524, 1935.

$$tr_2 = td \left(\frac{(c-1) \pm \sqrt{(5c+1)(c+1)}}{2}\right) \quad \ldots \quad (5)$$

and tr_3 is the solution of the quodrotic equation :

$$y^3 + y^2 \phi_1(c) + y\,\phi_2(c) + \phi_3(c) = 0 ,$$

where : $\phi_1(c) = [6 + 4c + f(c) - 2c^2]$,

$\phi_2(c) = [11 + 3.5 f(c) + 13c + 2c\,f(c) + 2c^2 + 0.5c^2 f(c) + 0.25\,c^2 (f(c)^2]$,

$\phi_3(c) = [2.5 f(c) + 0.5(f(c))^2 + 6 + 8c + 2.5 c f(c) + 0.5c (f(c))^2 + 2c^2]$

And :

$$f(c) = \frac{X(c-1) \pm \sqrt{(5c+1)(c+1)}}{2}$$

The previous equations for tr3 show the complications envolved in proceeding for more than three cycles. **However, if the cycle period is constant and (p) changes,** the conditions for having the same drawdown at the end of any number of cycles will be much simpler as follows. For the end of the second cycle :

$$\frac{t}{p_1 t} = \frac{2t \;.\; t}{(t + p_1 t)\;(p_2 t)}$$

Or :

$$P2 = \frac{2P_1}{(1 + P_1)} \quad \ldots \quad (6)$$

Also for the following cycles one finds that,

$$P_3 = \frac{3 \times 2\; P_1}{(2+P_1)(1+P_2)} \quad \ldots \quad (7)$$

$$P4 = \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1\; P_1}{(3+P_1)(2+P_2)(1+P_3)} \quad \ldots \quad (8)$$

. . . .

. . . .

. . . .

And generally,

$$Pn = \frac{n!\,P_1}{[(n-1)+P_1][(n-2)+P_2][(n+3)+P_3] \cdot\cdot [1+P_{n-1}]} \quad (9)$$

If p_1 is known, any (p) can be calculated easily from equation 9.

Also the (P_1) whiwh gives a certain residual drawdown can be calzulated as follows :

$$(R.D)_1 = s = \frac{264}{T}\,\varphi\,\log\frac{t}{tP_1} \qquad (10)$$

$$P_2 = e^{-\frac{ST}{114.6\,\varphi}} \quad \ldots \quad (11)$$

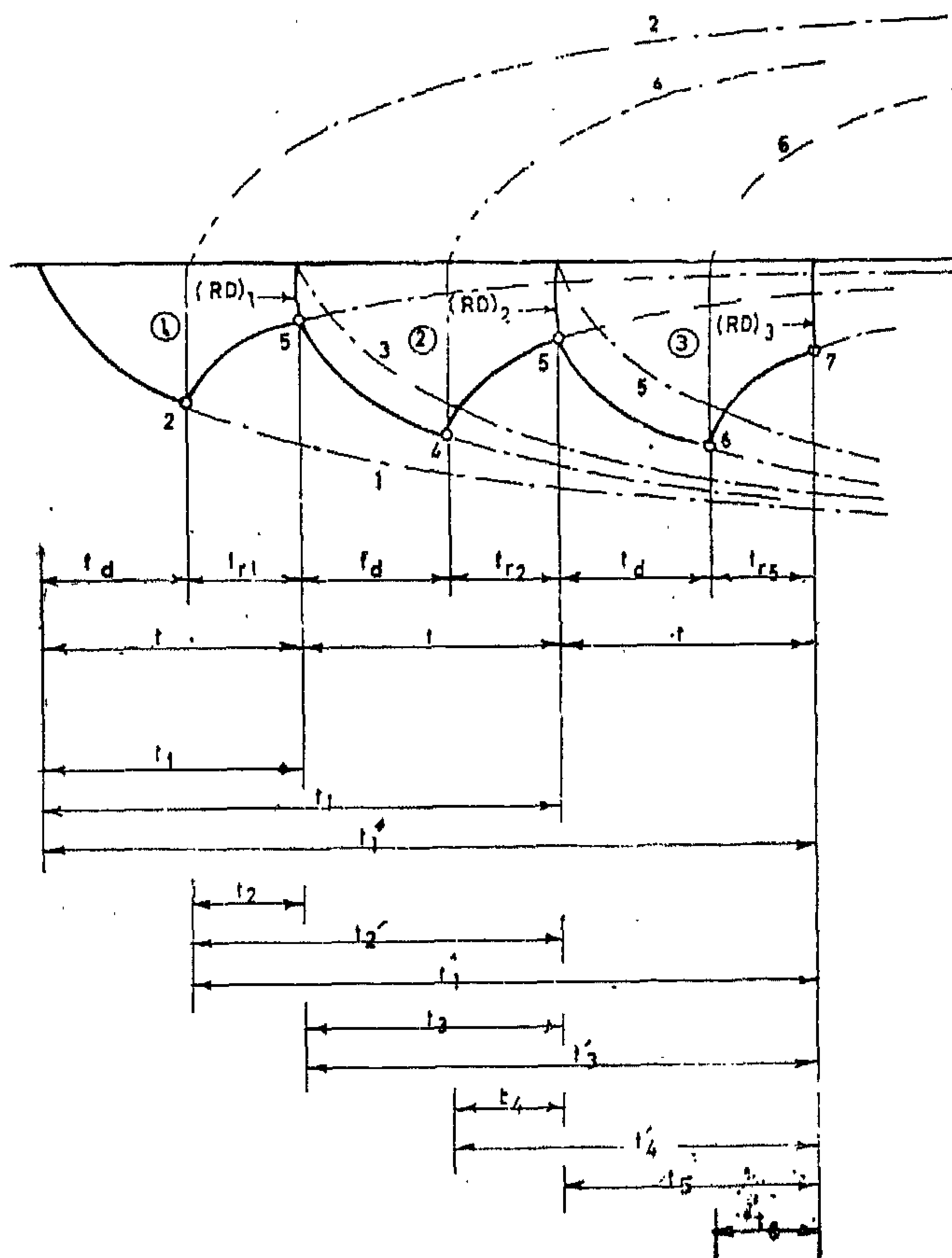
(p_1) depends on the drawdoun to be mentained. Tis the coefficient of transmissibility, and the pumping rate.

Examples :

1 : If $p_1 = 0.5$, the following p's will be as follows :

$P_2 = 0.666$	$P_3 = 0.720$	$P_4 = 0.748$
$P_5 = 0.765$	$P_6 = 0.777$	$P_7 = 0.787$
$P_8 = 0.797$	$P_9 = 0.800$	$P_{10} = 0.806$

2 : Compare pumping and shut off periods at the end of the first three cycles to prcduce constant drawdowns of the values 2.2 ft, 2ft, and 0.9 ft for the following two cases (A). if the pumping period is the same for all cycles, recovery and length of cycles are differcnt ; (B) if t is the same for all cycles and (p) is changing.



residual drawdown, at the end of the first cycle, to the minimum required value. Then to keep this drawdown within a slight change, at the end of the following cycles, either a minimum number of cycles is to be chosen or change (p) for each cycle by keeping the pumping period the same for all the cycles and increase the length of the shut off period. However, there is an advantage of using more cycles with smaller durations ; this enable the use of an increasing (p) which may reduce the operating period. If the residual drawdown at the end of the first cycle is not enough to start with, a smaller (p) can be treid and followed by higher values.

The residual drawdown after any period since pumping stopped can be calculated from Theis' recovery formula (4). Considering Fig. 2, which shows the drawdown and recovery curves for three cycles, the following residual drawdows were calculated. The analysis were made on the assumption that the effect of stopping any pump on the water levels can be arrived at by adding a recharge well having the same characteristics. Therefore the residual drawdown according to Theis' formula, at the end of the first cycle cquals to :

$$(RD)_1 = c \ \ln \frac{t_1}{t_2}$$

where (c) is a constant, t_1 and t_2, are as defined in fig. 2.

Also :

$$(RD)_2 = c \ \ln \left[\frac{t'_1 \ t_3}{t'_2 \ t_4} \right] ,$$

$$(RD)_3 = c \ \ln \left[\frac{t''_1 \ t'_3 \ t_5}{t''_2 \ t'_4 \ t_6} \right]$$

To obtain the same drawdown at the end of every cycle, the following condition should be satisfied :

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{t'_1 \ t_3}{t'_2 \ t_4} = \frac{t''_1 \ t'_3 \ t_5}{t''_2 \ t'_4 \ t_6} = \ldots\ldots\ldots = \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

If the pumping period for each cycle, td, is the same, and it is required to keep the residual drawdown at the end of the first and the second cycles the same, the following condition should be justified :

$$\frac{(t_d + t_{r_1})}{t_{r_1}} = \frac{(2\,t_d + t_{r_1} + t_{r_2})\ (t_d + t_{r_2})}{(t_{r_1} + t_{r_2} + t_d)\ (t_{r_2})} ,$$

or

$$t_{r_2} = \frac{t_{r_1} \ (t_{r_1} + 2\ t_d)}{(t_{r_2} - t_{r_1} + t_d)} \qquad (2)$$

If $t_d = t_{r_1}$, therefore,

$$t_{r_2} = \sqrt{3}\ t_d \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

To keep the same residual drawdown at the end of the third cycle the following condition should be met :

$$t_{r_3} = 2.21\ t_d \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

Generally if $t_{r_1} = c\ t_d$, then

and the portion of each cycle period, (t), during which the pump is operating is denoted by (t_d) and that when the pump is shut off equals to a portion (t_r) of (t) (Fig. 1).

PROPOSED SOLUTIONS FOR CYCLIC PUMPING OPERATIONS

There are more than one factor envolved in such a problem and it would be very difficult to develop a general solution without assuming certain cyclic patterns. However the effects of some of these factors are discussed below.

1.—*The portion t_r of each cycle :*

This part, at which the pumps are shut off, always define the residual drawdown at the end of each cycle. The residual drawdown may be defined as the difference between the observed water level in the well and the non-pumping water level extrapolated from the observed trend prior to the pumping level.

Keeping (t), and the pumping period, (t_d), constant for all the cycles, a continuous increase in the residual drawdown will result at the end of each cycle. Also, for a certain number of equal cycles the residual drawdown increases by decreasing (t_r) (Fig. 2).

2.—*Number of cycles :*

If this number is increased, for a certain pattern, the residual drawdown increases too.

3.—*Period length of each cycle :*

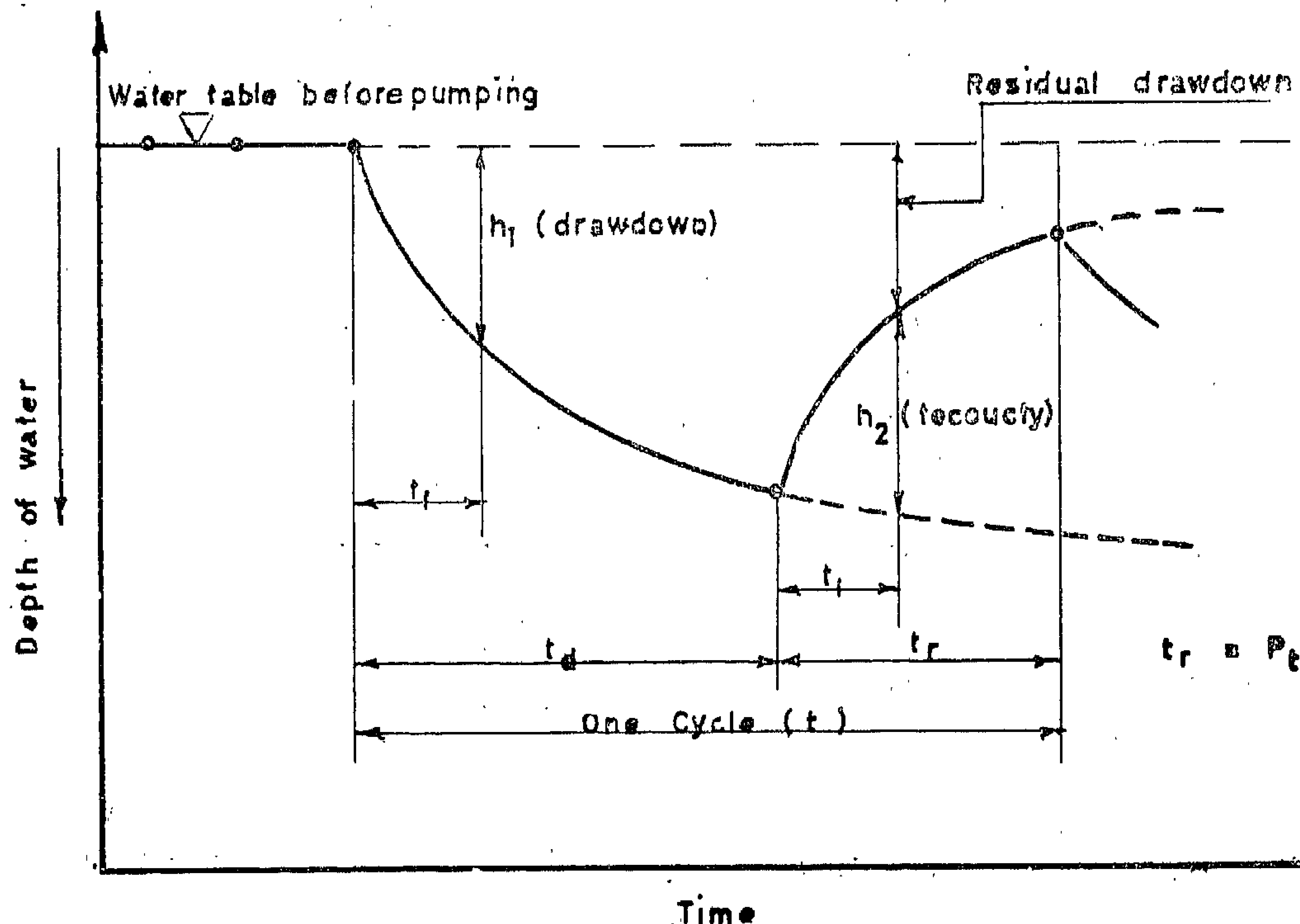
This period does not effect the drawdown for a certain p($pt = t_r$). The residual drawdown will be the same at the end of (n) cycles if (t) is equal to one day or one month. Upon the examination of the recovery formula(4), it can be concluded that the absolute value of time has no significance effect on the drawdown, the only important factor being the number of cycles independently on their length.

Therefore the factor (p) and the number of cycles required depends on :—

A.—The residual drawdown that is reached after the first cycle, and how it compares to the required residual drawdown.

B.—The minimum drawdown that is needed to be mentained till the end of the pumping season.

Hence the first step in any solution should be the choice of a certain (p) that gives a close



PUMPING OPERATIONS OF DRAINAGE WELLS

By

Dr. MAHMOUD A. ABU-ZEID

Ministry of Irrigation,

INTRODUCTION

It has been found, in an increasing number of situations, that a proparly designed and constructed drainage well system is an essential requirement for maintaining satisfactory production on agricultural lands. Design, location, and operation of these drainage wells should be based on souud engineering criteria.

In this paper the problem of pumping operations of these drainage wells has been investigated analitically and system performance is related to the control of ground water table. The effects of different patterns of cyclic operations of the pumps on lowering the water table and on the economics of drainage problems are also discussed.

Study of pumping operation problems requires the collection of some field data which include the fluctuations of the water table in the area under study and the influence of local irrigation on these fluctuations. The period during which the water table is higher than desired should be calculated. During this period continuous pumping or other patterns are required.

Continuous pumping, even with the use of water pumped for irrigation, is not necessarily the most economical approach. The reduction of the operating period may be more economical procedure due to the minimum depreciation and use of equipment.

The period of pumping may be reduced cosiderably by using a cyclic pattern of operation (on and off periods) which would necessitate use of the nonsteady state solutions. These solutions are valid because lowering the water table following an irrigation should be done in a sufficiently short time so that economic damage will not occure to crop. If the portion of each cycle during which the pump is operating is not very long, the decreasing discharge solutions would appear to be the best solutions to apply (1, 2). Otherwise, if the periods of pumping are long and the variation in the discharge is not large. Theis recovery formula may be used.

The theoritical analysis that will be carried in this paper are only made for one well due to the mathematical complications which arise upon using the multiple wells nonsteady state solutions(3) in investigating the effect of cyclic operations.

PROBLEM STATEMENT

It is required to design an economical cyclic pattern of pumping to operate drainage wells. This pumping schedule should keeep the water table below a certain level during high water table season of the year.

In the following analysis,, it will be assumed that (n) is the number of cycles needed to keep the water table always below a certain value,

The Flocculation Ratio was then determined using the SOLVENT instead of xylene. The result is an evaluation of the solvency of the SOLVENT as compared to that of xylene, which is considered as the standard ideal solvent for asphaltenes and resins.

5.—EXPERIMENTAL RESULTS AND THEIR INTERPRETATION

The effect of adding the SOLVENT in various proportions to the selected fuel, as far as the decrease of dry sludge is concerned, can be observed from following table as well as from Fig. 1 :

As far as the solvent power of the SOLVENT is concerned, the flocculation ratio of the fuel oil was determined as 90% by volume using xylene and 60% by volume using the SOLVENT as peptizing agents respectively.

From the results obtained it appears that the investigated SOLVENT can be used with advantage as fuel oil additive in proportions up to 2% by weight, as it effectively reduces sludge formation tendency without impairing any of the significant fuel properties, i.e. flash point and viscosity. It should be however pointed out that the optimum additive/oil-ratio is closely related to the constitution and properties of the fuel oil under consideration and may vary for each individual case. The advantages obtained from adding the SOLVENT to residual fuels are mainly :

1. Cleaner, more economic operation, as it should reduce fouling of heater tubes, fuel injection nozzles and storage tanks.
2. Lower fuel losses caused by eventual flocculation of asphaltenes and resins.
3. Reduced elemental sulphur corrosion.

It was furthermore established that the SOLVENT is a high-solvency product as it shows a solvent power for asphaltenes and resins present in the investigated diesel oil sample which is 1.5 times higher than that of xylene.

The evaluation method described above sets a procedure for classifying solvent additives (peptizing agents) with respect to their effectiveness in reducing the sludge forming tendency of residual fuel oils.

LITERATURE

1. *The American Society For Testing Materials (ASTM)*, Standards on Petroleum Products and Lubricants.
2. *Shell Method Series (SMS)*.
3. *The Institute Of Petroleum*, Standard Methods for Testing Petroleum and its Products.

—OOO—

was carried out by passing the oil-SOLVENT-mixture under pressure through hardened filter paper at 100°C ; the residue was subsequently washed with n-heptane followed by weighing of the dry sludge by difference ("Existent Dry Sludge").

In the accelerated ageing test for thermal stability, the sample was heated at 100°C for 24 hours in a specified apparatus and the "Potential Dry Sludge" subsequently determined according to the same procedure described above for the determination of the "Existent Dry Sludge".

(b) *The Flocculation Ratio* (*SMS* 305/55) : For the same diesel oil sample investigated by means of the Hot Filtration Test, the Flocculation Ratio was determined. The Flocculation Ratio is defined as the percentage of xylene in a mixture of xylene and n-heptane that just fails to cause flocculation of the colloidal system when mixed with the sample. For its determination, separate portions of the diesel oil sample were dissolved in each of a series of mixtures of xylene and n-heptane. The mixtures were heated and shaken in a specified manner, then allowed to cool. The solutions were subsequently tested for flocculation by placing a few drops of each on a filter paper and inspecting the resulting stains. The xylene content of the mixture that just prevents flocculation is sreported as the Flocculation Ratio .

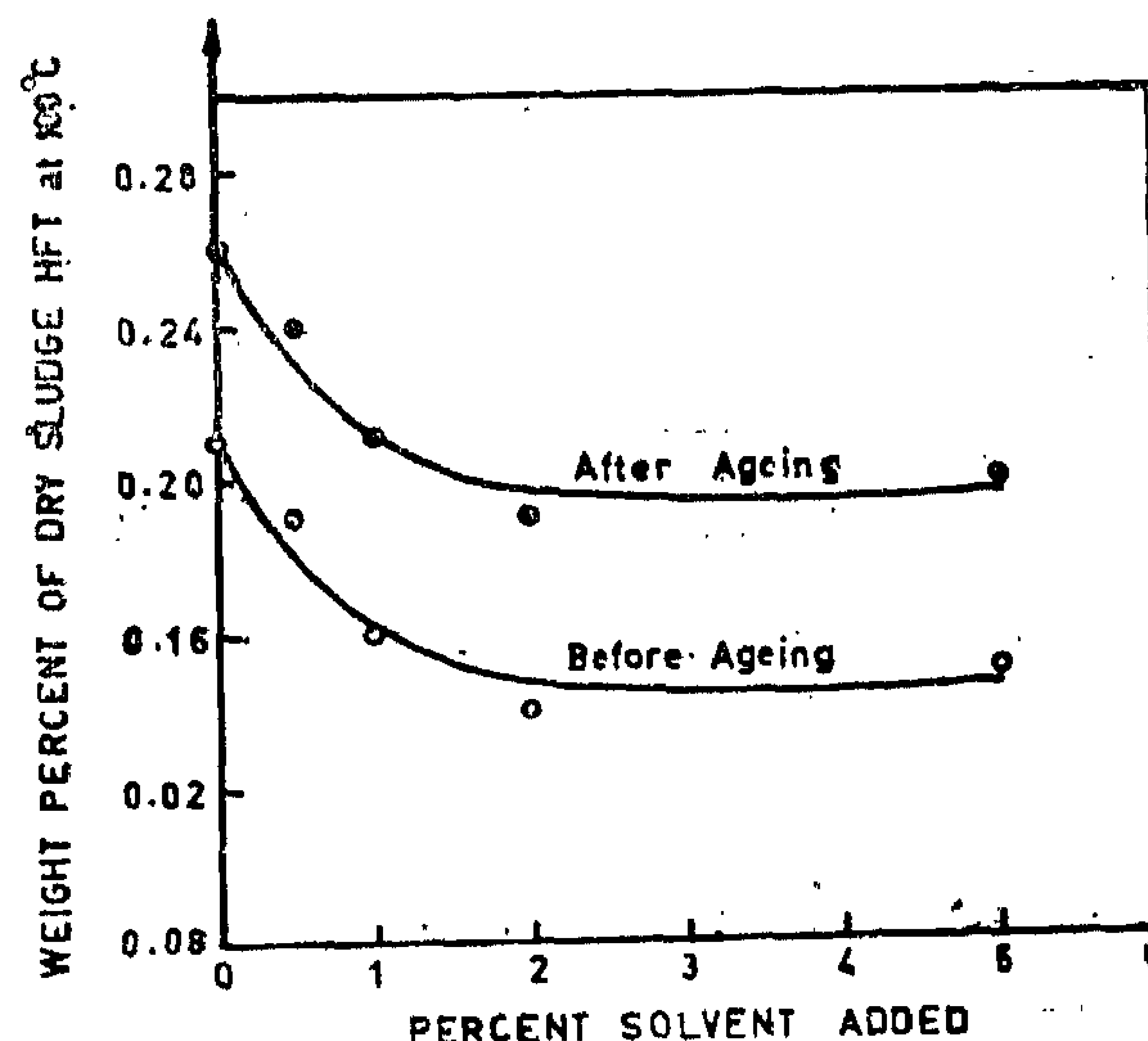


Fig 1 – The effect of SOLVENT-addition on the reduction of dry sludge.

Table 1 : The effect of the SOLVENT on the reduction of dry sludge.

	Fuel oil	Blend 1	Blend 2	Blend 3	Blend 4
Diesel oil, wt%	100	99.5	99.0	98.0	95.0
SOLVENT, wt%	0.0	0.5	1.0	2.0	5.0
Viscosity, Redwood I at 100°F, sec ..	37.5	37.5	37.0	37.5	37.0
Flash point, °F	142	156	152	150	148
Dry sludge, HFT at 100°C (before ageing), wt%..	0.21	0.19	0.16	0.14	0.15
Dry sludge, HFT at 100°C (after ageing), wt%	0.26	0.24	0.21	0.19	0.20

3.—ON THE SUITABILITY OF SOLVENT ADDITIVES FOR FUEL OILS :

A solvent can be used to reduce the sludge forming tendency of a fuel oil only if its addition does not impair any of the significant fuel oil properties, i.e. viscosity and flash point. Viscosity being an additive property, the addition of a low percentage of solvent does not alter its original value significantly (it usually lowers viscosity which is actually considered as an advantage). Flash point is however a non-additive property and a slight addition of a relatively volatile solvent to a fuel may, very likely, bring its flash point value below the permissible minimum. To counteract such defective influence, solvent additives should usually contain a small percentage of a volatile non-inflammable constituent such as carbon tetrachloride, methylene chloride, ethylene chloride or trichloroethylene.

One of the most effective residual fuel additives contains cyclohexanone as main constituent with a minor admixture of carbon tetrachloride. Cyclohexanone, besides being an excellent solvent for asphaltenes and resins, possesses the ability to dissolve elemental sulphur, thus reducing its corrosive action. This additive will be referred to in the following as the SOLVENT and will be evaluated for its effectiveness in reducing sludge formation from fuel oils.

4.—EVALUATION CRITERIA FOR PEPTIZING AGENTS AND THE ADOPTED TESTING PROCEDURE :

In selecting a solvent for a specific application, it is obviously necessary to choose one which has the ability to dissolve or disperse the substance of concern (in our case the asphaltenes and resins) in the particular application. This property of the solvent is referred to as solvency or solvent power and is a measure of the ability of the solvent to form a stable mixture or dispersion with another substance.

The first measure of solvent power to be adopted by the petroleum industry was the aniline cloud point(1) which is the temperature at which turbidity occurs in a mixture of equal volumes of aniline and solvent (ASTM 1012-49T) A similar test for determining the solvent power is the dilution ratio, which is the ratio of non-solvent (usually n-heptane) to solvent at which the solute (cellulose nitrate) begins to be thrown out of solution either as a precipitate or as a gel. Other solubility criteria ,e.g. the solubility parameter(2), are based on thermodynamic considerations and it is beyond the scope of this article to enter into details of their basis and significance.

For our purpose it was decided as most convenient and adequate to adopt following investigational procedure for evaluating the effectiveness of solvents and mixtures thereof in reducing the sludge forming tendency of residual fuels : A first testing method, the Hot Filtration Test (SMS 742-3), is a direct indication for the effectiveness of the tested solvent in improving the tendency of a fuel oil to form sludge on heating during normal use. A second testing method, the Flocculation Ratio (SMS 305/55), aims at a comparative classification of solvents with respect to their "solvent power", taking the solvency of xylene as the standard measure for comparison.

A brief description of both testing methods follows :

(a) *The Hot Filtration Test (SMS 742-3)* : A diesel oil sample containing a high percentage of dry sludge was selected and investigated by means of the Hot Filtration Test after adding 0.5, 1, 2 and 5% by weight of the SOLVENT respectively. The determination of dry sludge

(1) *Texaid, H.T. and Marshall, A.G.*, J. Soc. Chem. Ind. **40**, 20 *T* (1921).
(2) *Hildebrand, J. H. and Wood, S, E.*, J . Chem. Phys. **1**, 817 (1933).

THE IMPROVEMENT OF THE SLUDGE-FORMING PROPERTIES OF RESIDUAL FUELS BY MEANS OF ADDITIVES.

By

Dr. MOHY SALLALY

Faculty of Engineering — Cairo University

Summary : A method for evaluating the effectiveness of solvents in reducing the sludge forming tendency of residual fuel oils has been described. The suitability of such solvents as fuel additives in general has also been discussed.

1.—INTRODUCTION :

When judging the sludge-forming properties of fuel oils, it should be remembered that the heavy residual petroleum fractions are in fact colloidal systems in which high molecular condensed aromatics (asphalt-like material) are kept in colloidal solution. Depending on the composition of the oil medium and the temperature, the asphaltic matter will show a tendency to flocculate, thus giving rise to the formation of sludge which is liable to settle down in tank bottoms, clog up fuel injection nozzles, filters and fuel lines, besides being lost as a source of energy.

In actual practice, the following forms of fuel instability with respect to sludge formation are mainly distinguished :

a) Instability on dilution or blending with a relatively aliphatic diluent, which causes flocculation of the asphaltenes. Inversely, the addition of an aromatic diluent or a solvent may cause peptization of the asphaltenes.

b) Instability on storage, because asphaltene flocculation in oils of high viscosity mostly develops gradually. Oxidation usually aggravates the process.

c) Instability on heating caused by the resulting decrease in viscosity which aids the carbonaceous materials already present to settle out.

2.—SCOPE OF INVESTIGATION :

The purpose of this investigation is the establishment of an evaluation procedure for the effectiveness of peptizing agents in reducing the sludge-forming tendency of residual fuel oils.

Peptizing agents are solvents which exhibit following mechanistic picture of solvent action : The attractive forces between asphaltene molecules tend to draw them together into aggregates. If the solvent can successfully compete with the asphaltene-asphaltene forces and form a shell of solvent around each polycondensed molecule, these molecules cannot come together to aggregate. Aggregation leads to easier precipitation of solids, solvation to the peptization of same.

CONCLUSIONS

The very little experimental work reported shows that rock masses do have a time dependent behavior when they are subjected to loads. Recent trends in rock mechanics are to study reckmovement problems on the bases of viscoelasticity. This trend illustrates the real need to evaluate the viscoelastic parameters of various types of rocks.

The present work shows that rozks may be best represented by four-parameter rheological model A technique to evaluate the parameters from creep-relaxation curve is illustrated, and used to evaluate the required parameter for certain types of rocks whose time-deformation data are available . Once large numbers of time deformation data are available for all types of rocks, a statistical treatment of these parameters will help in evaluating the many coefficients and constants required for the mathematical models.

REFERENCES

1. Gross, B. : *Mathematical Structure of the Theories of Viscoelasticity*, Hermann, Paris 1953.
2. Robertson, E.C. : *Viscoelasticity of Rocks*, International conference on state of stress in the Earth's crust, Santa Monica, 1963, pp. 3-5.
3. Phillips, D.W. : *Contribution to the symposium on Rock Pressure.* Proc. Symposium on phenomenon of rock pressure in coal mining, Heerlen, June 1947, pp. 216.
4. Litwiniszyn, J. : *The effect of Time on Deformation and Stress on Rock Bodies,* Bull. Acad. Pol.
5. Fairhurst, C. and Imam, H.F. : *Viscoelastic Analysis of mine subsidence in Horizontally Laminated Strata.* in press, to appear in the International Journal of Rock Mechanics and Engineering Sciences.
6. Hardy, R. : *Time Dependent Deformation and Failure of Geologic Materials,* Quart. Col. Sch. Min., 54, p. 134, 1959.

OOO-

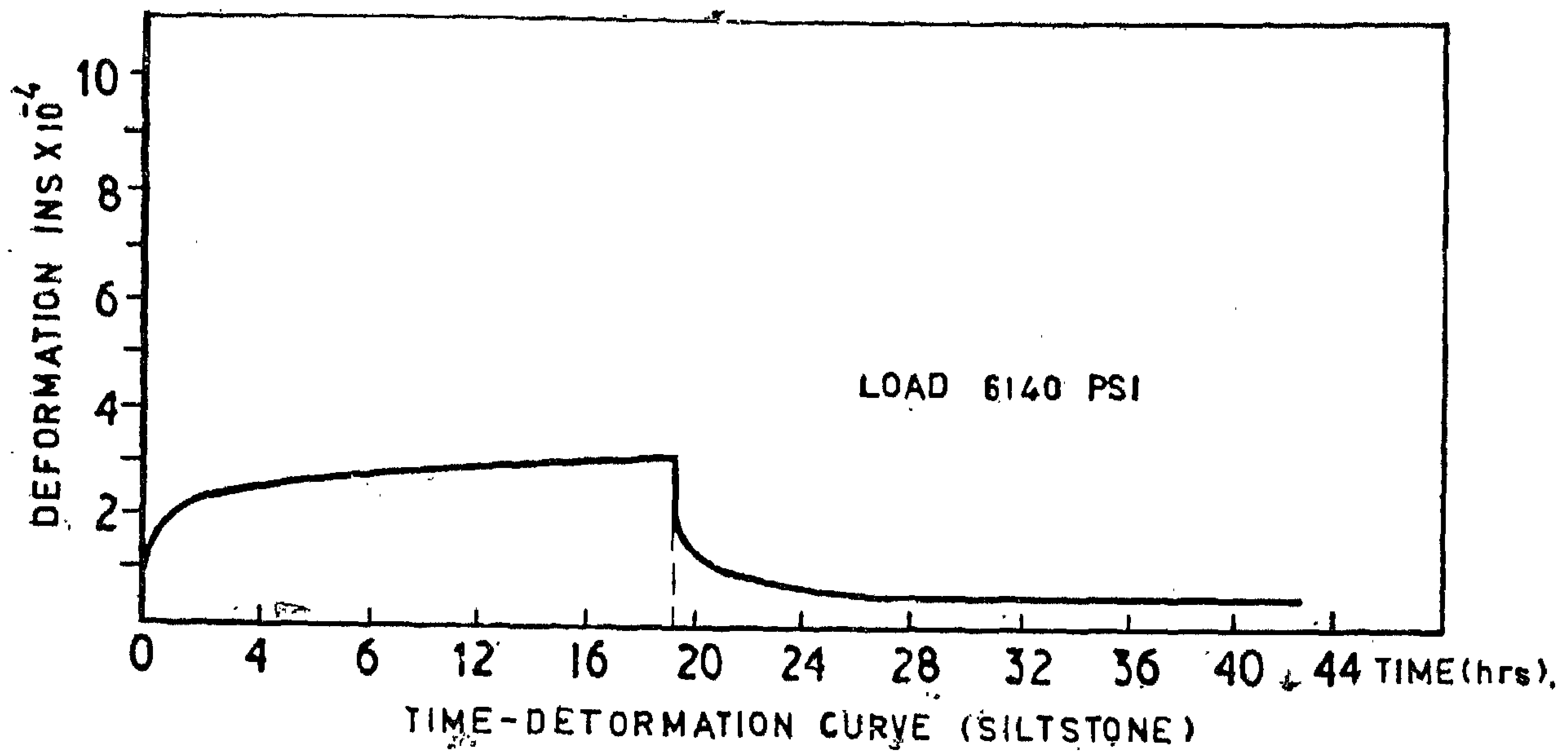


FIG. (10). TIME DEFORMATION CURVE FOR SILTSTONE (AFTER PHILLIPS).

Table (1)

Viscoelastic Parameters as Calculated from the Experimental curves

Rock Type	E_1	E_2	η_1	η_2	Load	τ_2
Slate	$2.5x10^6$	$0.53x10^6$	$5x10^9$	$5x10^9$	1200	67
Millstone grit ..	$0.95x10^6$	$0.37x10^6$	$3.3x10^{10}$	$0.59x10^9$	1200	27
Siltstone	$5.6x10^6$	$4.6x10^6$	$1.28x10^{12}$	$2x10^{12}$	6140	7500
Shale	$4.8x10^6$	$2.5x10^6$	$1.7x10^{12}$	$7.6x10^{12}$	11780	—
Iron Ore	*$0.4x10^6$	*$1.2x10^7$	*$1.3x10^{12}$	*$2.2x10^{10}$	2022	*86
	$0.4x10^6$	$1.1x10^7$	$0.8x10^{10}$	$2.0x10^9$		200
Granite	$5.7x10^6$	$2.9x10^6$	$2.5x10^{11}$	$2.6x10^{10}$	2350	150
Average	$3.5x10^6$	$2.0x10^6$	$7.5x10^{11}$	$2.4x10^{12}$		

P.S. : E in psi
η in lb. sec/in2
load in psi
τ in min.

* The starred values are reported by Hardy, H.[6]

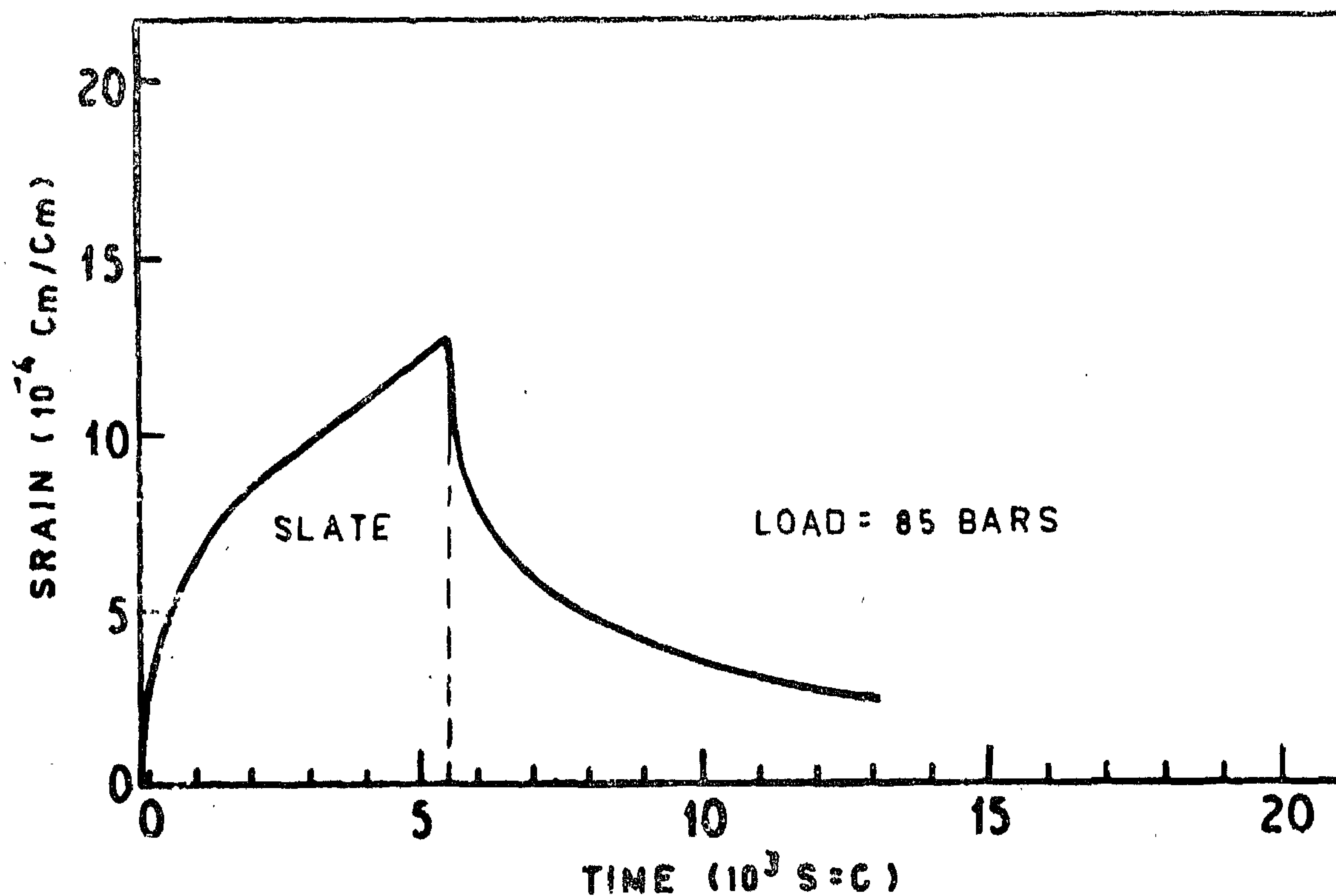


FIG. (8). TIME DEFORMATION CURVE FOR SLATE (AFTER EVANS)

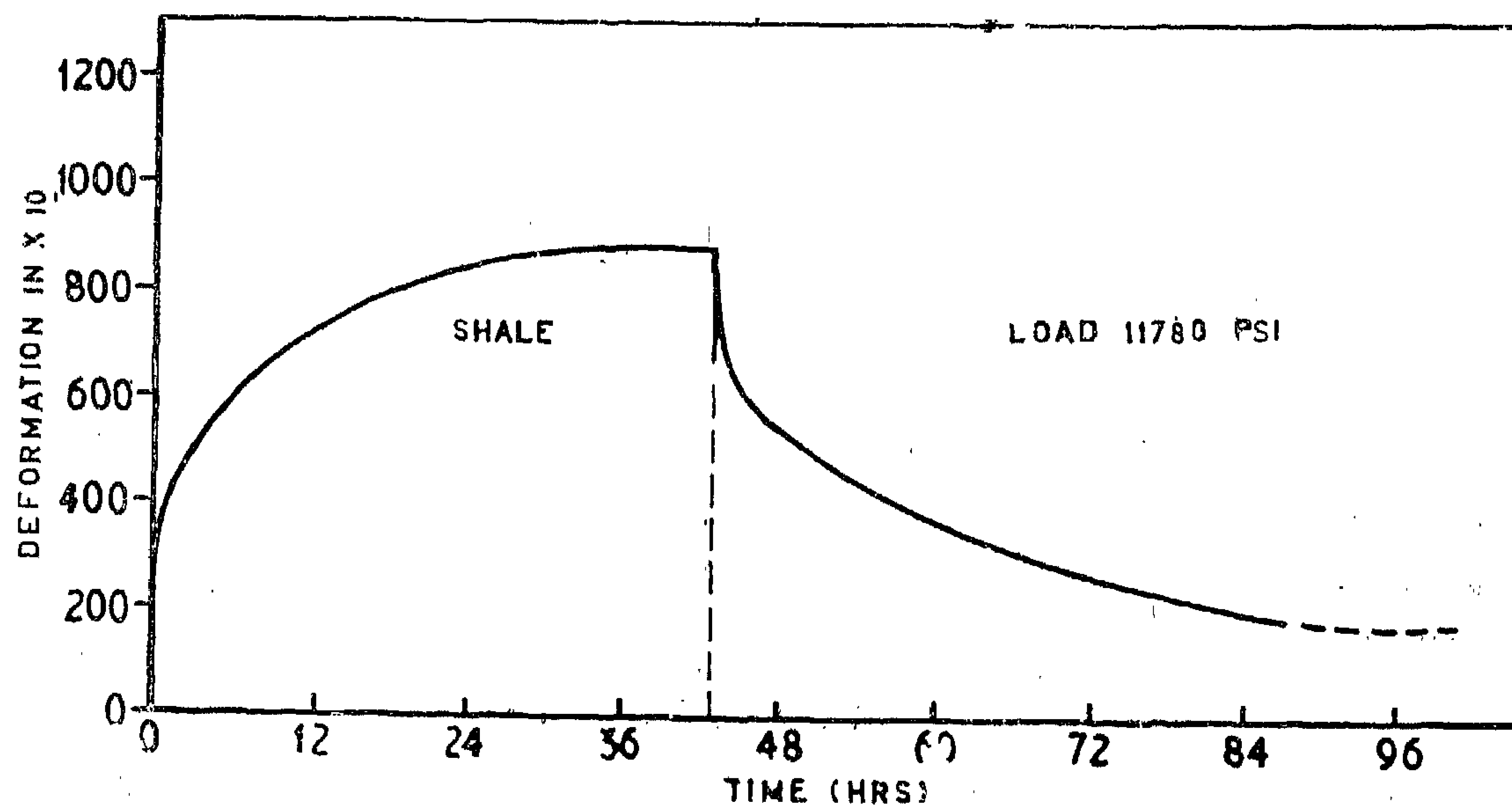


FIG.9. TIME DEFORMATION CURVE FOR SHALE (AFTER PHILLIPS)

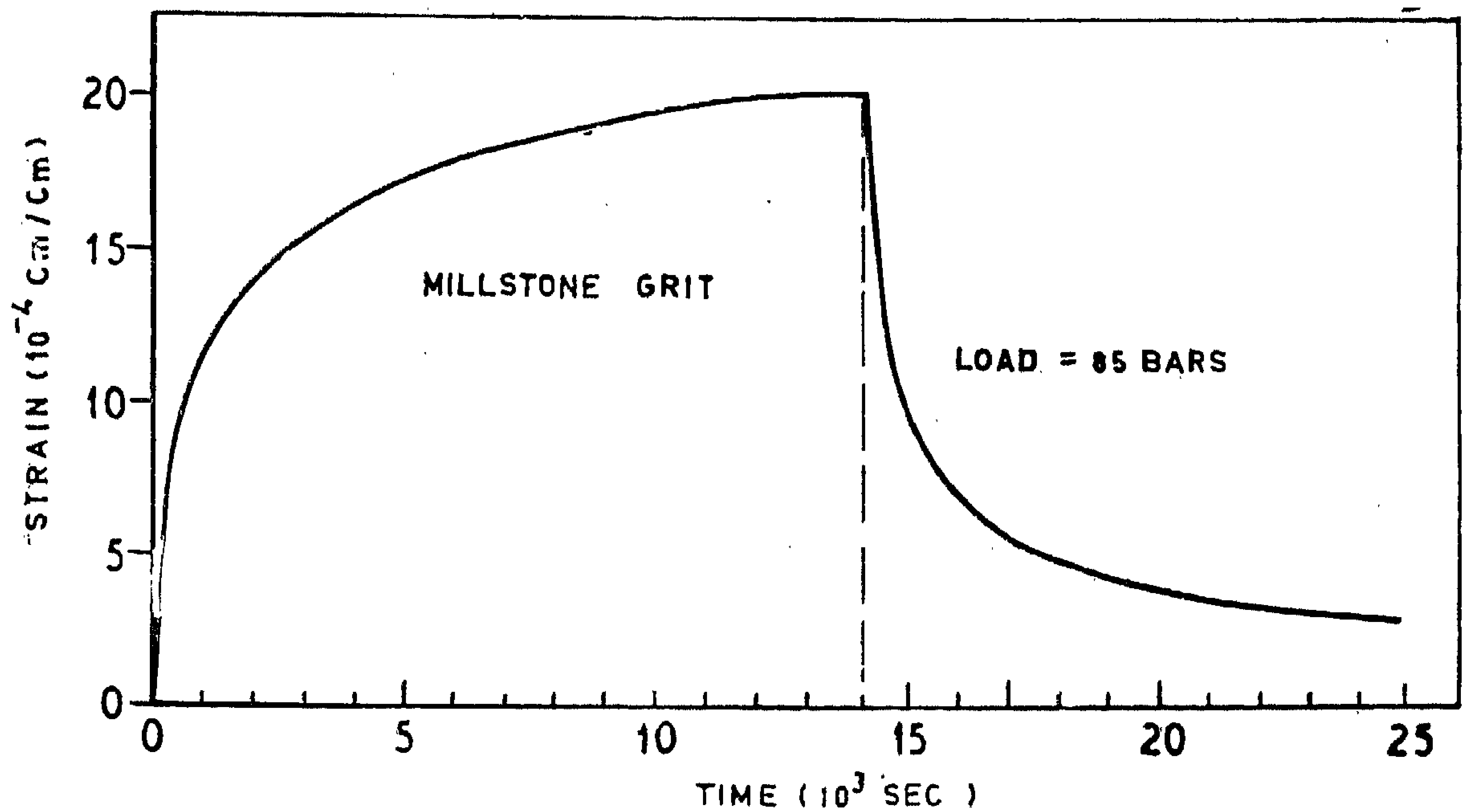


FIG. 6. TIME DEFORMATION CURVE FOR MILLSTONE GRIT (AFTER EVANS)

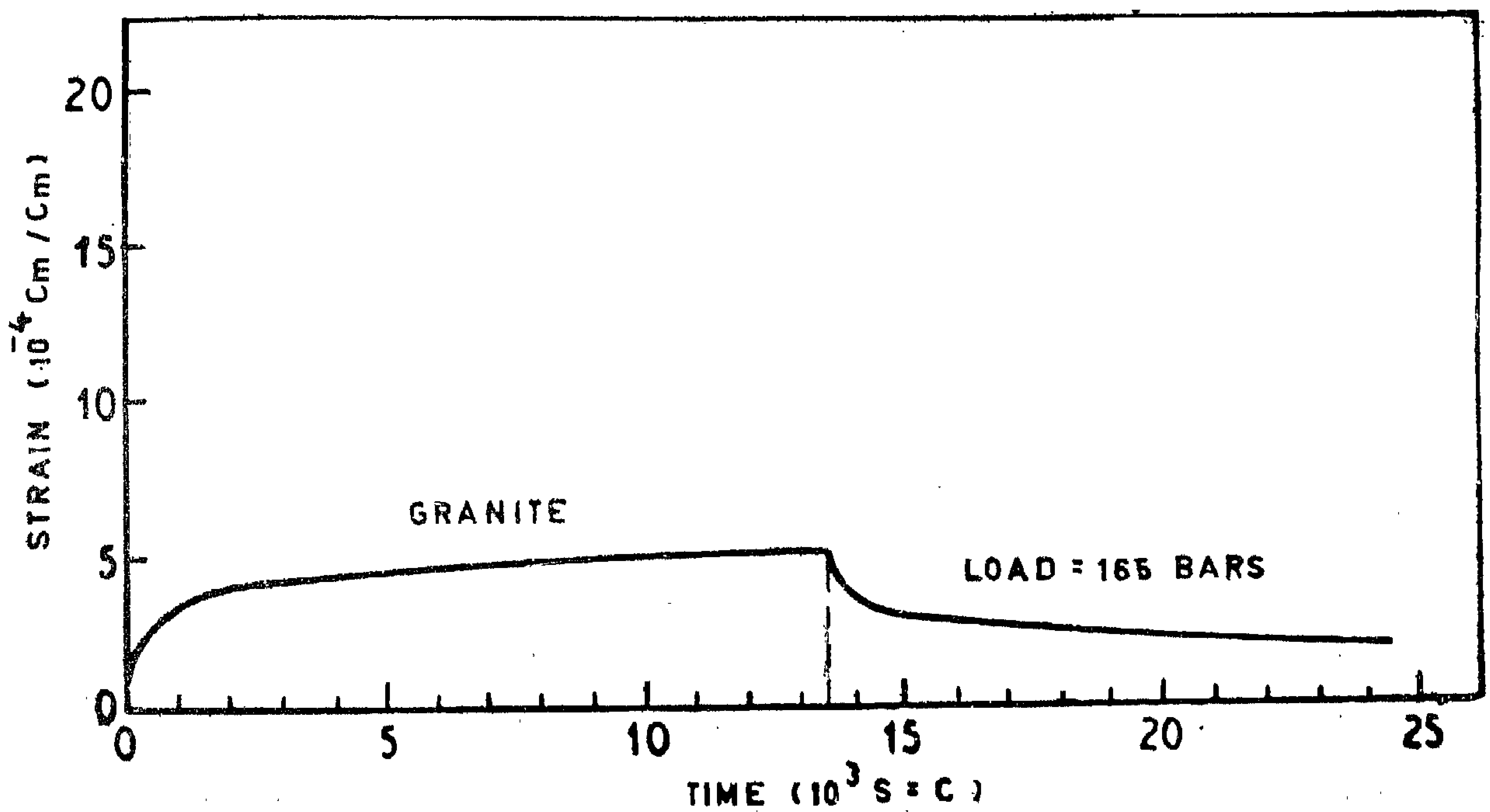


FIG. 7. TIME DEFORMATION CURVE FOR GRANITE (AFTER EVANS).

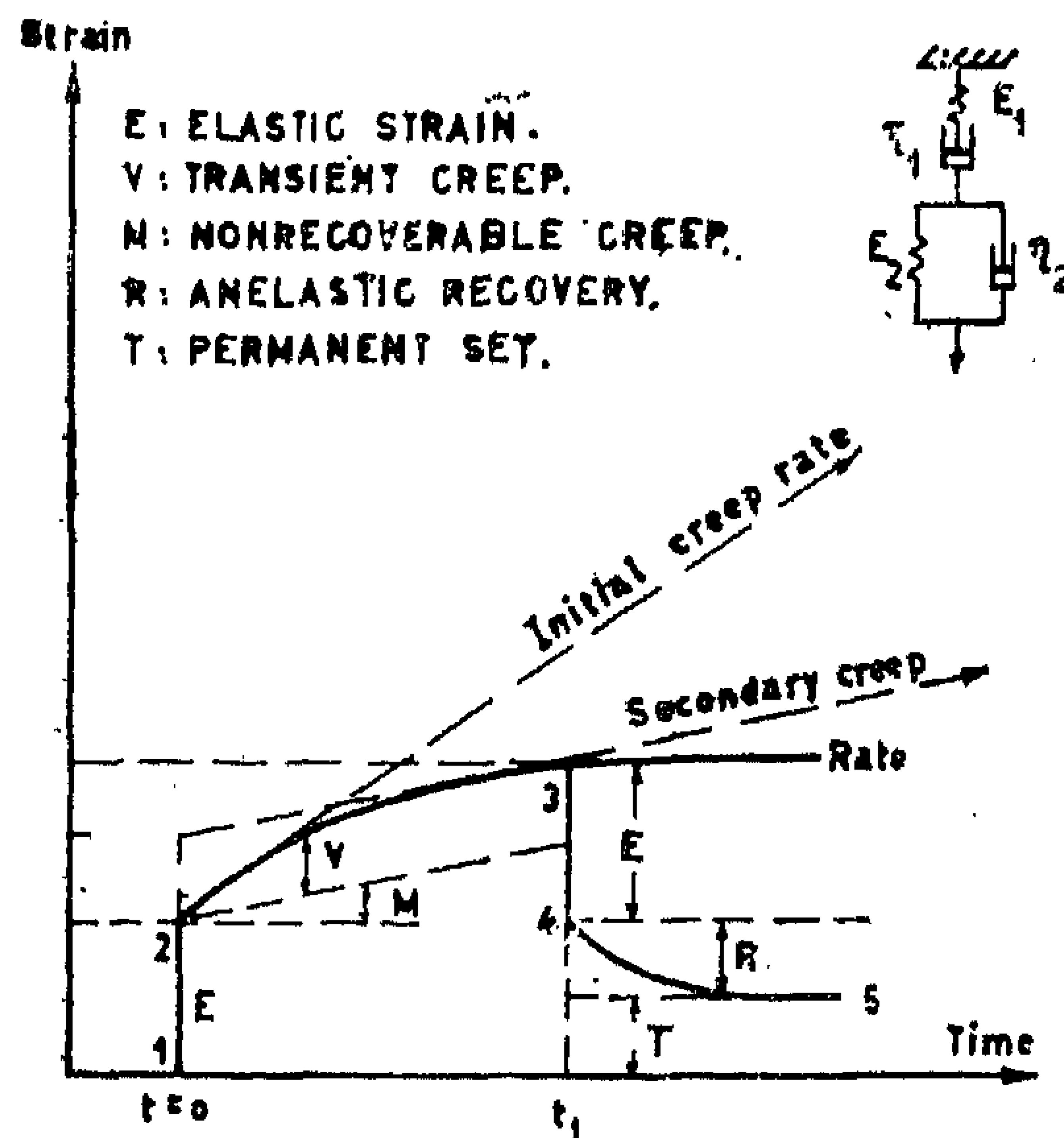


FIG (5). RESPONSE OF FOUR PARAMETER MODEL

Line 2-3 represents the behavior during the loading region and is the resultant of two creep curves, a Maxwell constant creep curve, and a Kelvin reducing rate curve. The tangent to the curve at point 2 indicates the initial creep rate, and that at point 3 indicates the secondary creep rate.

To distinguish between the transient creep and non-recoverable creep in the loading curve, a line can be drawn from point 2 parallel to the secondary creep rate as shown in the curve. "V" represents the transient creep and "M" represents the non-recoverable flow. "M" at the instant of unloading equals the value of the plastic deformation "T".

Two of the parameters E_1, η_1 can be approximated from the loading curve as follows :

$$e_{12} = \frac{\sigma}{E_1} \quad . \quad \text{i.e } E_1 = \frac{\sigma}{e_{12}}$$

$$e_M = \frac{\sigma}{\eta_1} t \quad . \quad \eta_1 = \frac{\sigma}{e_M} t$$

Using the unloading curve, E_2 may be calzulated from line 3-4 as :

$$E_2 = \frac{\sigma}{e_{34}}$$

and η_2 maybe determined from the non-recoverable deformation existing after a long time, i.e.

$$e_{45} = \frac{\sigma}{E_2} \left[1\text{-exp } (- t/\tau_2) \right]$$

where :

$$\tau_2 = \frac{\eta_2}{E_2} = \text{relaxation time}$$

t = the loading time

The transient creep in the unload region is given by :

$$R = e(t) = \frac{\sigma}{E_2} \left[1\text{-exp } (- t/\tau_2) \right]$$

and appears directly on the experimental curves as in Figs. (6, 7, 8, 9, 10).

Various values of 'e(t) taken from the curve at known intervals of time, will give a series of solutions for an overdetermined exponential equation in τ_2 (i.e. $\frac{\eta_2}{E_2}$). The only value of τ_2 which fits the pre-determined values of E_1, η_1 can be obtained.

NUMERICAL EXAMPLES FOR ROCK MODELLING :

Using the above technique, the viscoelastic parameters from the experimental creep-relaxation curves, are calculated in table(1). No values has been reported except for Steep Rock Iron ores[6]. The viscosity parameters are not in good agreement with the calculated values, This deviation illustrates the need for large amount of experimental work to check the validity of the proposed technique in approximating the viscoelastic parameters of all types of rocks.

The differential equation which relates the strain and stress can be derived in the following form :

$$c_2\ \sigma''(t) + c_1\ \sigma'(t) + c_o\ \sigma(t) + d_1\ \varepsilon'(t) = \varepsilon''(t) \quad \ldots \ldots \ldots (6)$$

where the coefficients are expressed in terms of the model parameters as follows :

$$c_2 = \frac{E_2}{\eta_1 \eta_2}$$

$$c = \frac{E_2}{E_1\ \eta_2} + \frac{1}{\eta_2} + \frac{1}{\eta_1}$$

$$c_2 = \frac{1}{E_1}$$

$$d_1 = \frac{E_2}{\eta_2}$$

The solution of equation (6) will be in the form :

$$\varepsilon(t) = \sigma_0 \left[\frac{1}{E_1} + \frac{t}{\eta_1} + \left(\frac{1}{E_2}\right) \left\{ 1\text{-exp} \left(\frac{-t}{\tau_2}\right) \right\} \right] H(t) \quad \ldots \ldots (7)$$

It is obvious that the first two terms of equation (7) correspond to instantaneous elastic and steady-state creep deformations, while the last term represents the transient creep deformation.

The arrangement of the four parameter units makes it possible to include the characteristics of both models, i.e.

1.—Internal stress

2.—Relaxation phenomena

3.—Recovery and elastic after effects

4.—Secondary creep

5.—Permanent deformation.

Hence, upon loading the rock body, elastic strain occurs, followed by a creep which consists of two parts, a transient and an elastic creep which is eventually recovered by virtue of the internal stress, and secondary creep which is not recoverable and appears as plastic deformation. Because these are the main types of inelastic behaviour observed in rock testing, the author tends to believe that the time deformational behavior of rocks is best represented by the four parameter rheological model. Moreover, the deformation time data reported by Robertson [2], phillips [3], and others [4,5], and shown in Figs. (6, 7, 8, 9, 10) show a great similarity between the model behavior and that of rocks, On the bases of this similarity, the author proposed the following technique to analyse the creep-relaxation curve of some types of rocks and the viscoelastic parameters are then calculated.

TECHNIQUE TO ANALYSE THE CREEP-RELAXATION CURVE :

The differential equation (7) which relates stress and strain as a function of time may be re-grouped as follows :

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{\eta_1}\ t + \frac{\sigma}{E_2} \left[1\text{-exp}\ (-t/\tau_2) \right]$$

Total deformation = instantaneous elastic deformation + flow or nonrecoverable deformation + recoverable deformation

A typical "deformation-time" curve is shown in fig. (5). Neglecting the time required for the load to reach its maximum value or to be completely released, lines 1-2 and 3-4 can be con- sidered vertical.

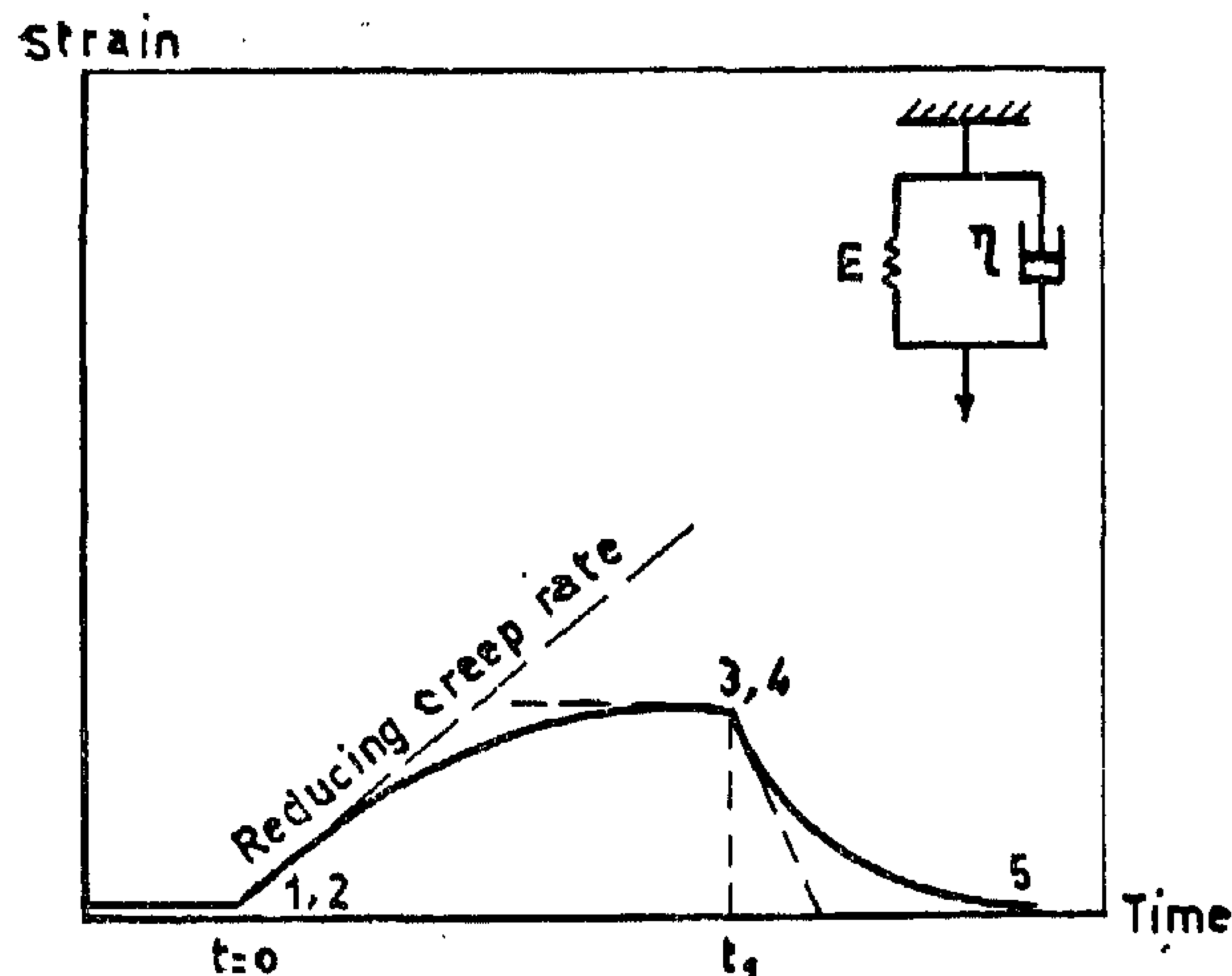


FIG.(2) RESPONSE CURVE OF VIOGT MODEL.

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E}\left\{ 1-\exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)\right\} H(t) \quad (4)$$

where :

$\tau = \frac{\eta}{E}$ and is called the relaxation time.

The difficulties of Maxwell unit are overcome in Kelvin model. Since the spring and dashpot are attached in parallel, internal stress and relaxation effects are possible. Also this arrangement of elements provides a variable creep rate and elastic after effect. Litwiniszyn [4] claimed that this model may be considered a realistic representation for the time deformational behavior of rocks, but, the author believes that the model still has some limitations viz :

1.—No permanent set remains in the model for large times. This phenomena is recently reported for rocks.

2.—Creep rate approaches zero at some points of the curve.

3.—no elastic response occurs during loading.

THREE-PARAMETER MODEL

The combination of Kelvin model in series with a spring is shown in Fig. (3) with its creep-relaxation curve. The model by virtue of the spring provides an instantaneous elastic deformation which is recoverable upon removal of the applied stress. The stress-strain relationship of

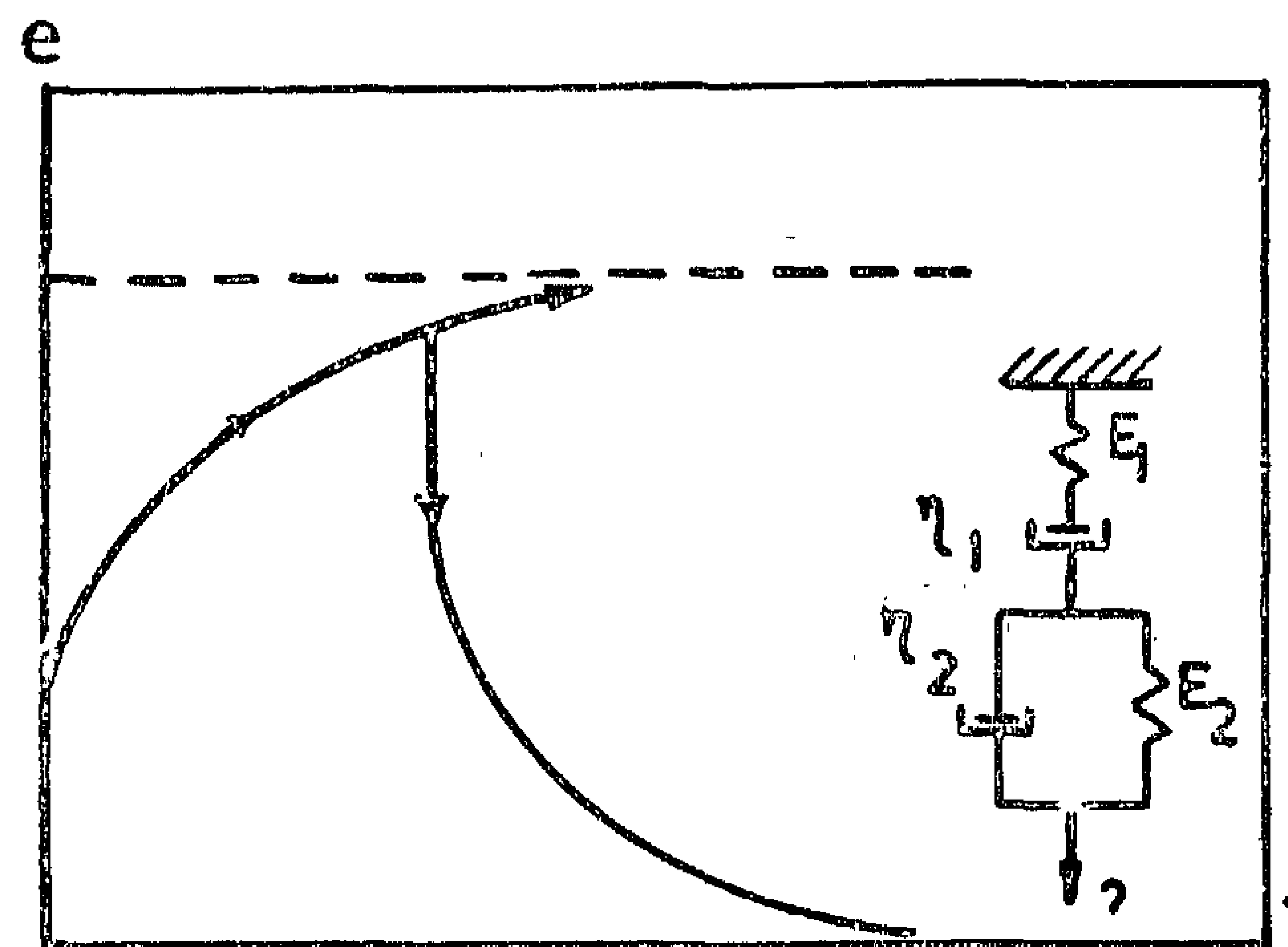


FIG. 3. THREE-ELEMENT ELASTIC RHEOLOGICAL MODEL.

the model can be obtained in the following form [1] :

$$\varepsilon(t) = \sigma_0\left[\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}\left\{1-\exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right)\right\}\right] H(t) \quad \dots\dots \quad (5)$$

The only point against this model is the absence of the permanent deformation for long periods of loading.

FOUR-PARAMETER MODEL :

The combination of a Maxwell unit in series with a Kelvin unit is known as the Burgers rheological model and is illustrated with its creep-relaxation curve in Fig. (4).

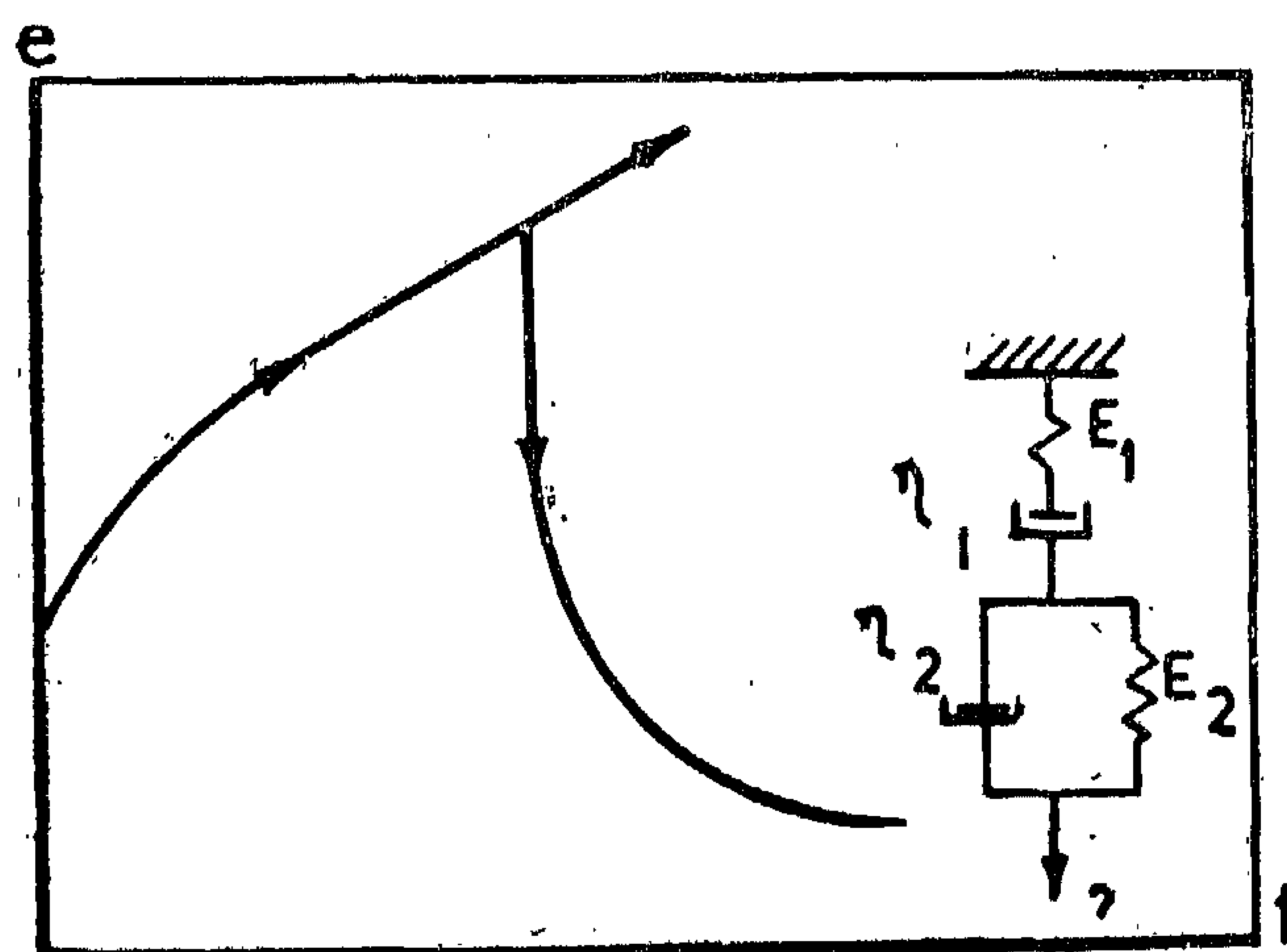


FIG. 4. FOUR-ELEMENT BURGERS RHEOLOGICAL MODEL.

Although such simple linear components do not simulate realistically the behavior of micro-constituents of the phases of rocks, some similarities with rheological behavior do exist.

Also, although the viscoelastic-like behavior of rocks cannot be specified precisely in terms of linear spring and dashpot parameters, some of the general characteristics of real behavior can be simulated, particularly if the model includes the type of local redundancies that characterize the microstructure of real material.

Model analysis of rocks can also provide useful information on the relations between various types of inelastic behavior.

In order to illustrate the validity of model representation, the response of four models subjected to the Heaviside step loading function will be discussed in brief :

MAXWELL MODEL

The combination of a spring and a dashpot connected in series is known as Maxwell model and is illustrated with its creep-relaxation curve in Fig. (1). The spring represents an instantaneous elastic deformation, which is immediately recoverable upon removal of the applied load, and the dashpot represents a steady-state creep which produces a nonrecoverable permanent deformation.

FIG. (1). RESPONSE CURVE OF MAXWELL MODEL.

The stress-strain relationship for maxwell model can be derived in the following form(1)

$$\frac{\dot{\sigma}(t)}{E} + \frac{\sigma(t)}{\eta} = \dot{\varepsilon}(t) \quad .. \quad (1)$$

where :

$\sigma(t)$: is the stress

$\varepsilon(t)$: is the strain

t : is the time

E, η : are model parameters.

$(\dot{\ })$: time derivative

Using the assumed definition of σ (t), equation (1) will take the form :

$$\dot{\varepsilon}(t) = \left[\frac{\delta(t)}{E} + \frac{H(t)}{\eta} \right] \sigma_o \quad (2)$$

where :

$H(t)$: Heaviside step function

$\delta(t)$: Dirac δ — function

σ_o : constant applied load

... From the analysis of the unit and its differential equation(2), we can conclude that the constant creep rate which characterizes that model under applied constant force does not realistically simulate the rocks behavior. Moreover, the model does not take into consideration the internal stress state and other effects, and it exhibits an immediatee effect of removal of the load.

KELVIN-VOIGT MODEL

The model and its time deformation curve are shown in Fig. (2). The stress-strain relationship of the model can be expressed as follows :

$$\sigma(t) = \eta\,\dot{\varepsilon}(t) + E\,\varepsilon(t) \quad .. \quad .. \quad (3)$$

In terms of constant stress, solution o equation(3) will be the form of

RHEOLOGICAL REPRESENTATION OF THE BEHAVIOR OF ROCKMASSES

By

HASSAN F. IMAM,
Lecturer, Faculty of Eng ineering, Criro Uuiversity.

INTRODUCTION

Many efforts have been made to extend the standard methods of stress analysis to non-elastic materials. One approach has been to consider the general linear solid, defined as a material in which the stress-strain behavior can be represented by linear relations involving not only stress and strain, but also their time derivatives of all orders. Phenomenae which are linear but time dependent have been called "viscoclastic" in case of high polymers, and anelastic in the case of metals.

Laboratory creep experiments as well as field observations involving the movements of rock masses around the underground excavations and the closure of oil-well boreholes have clearly illustrated the pronounced time-dependent deformational behavior of geologic material. Since a purely elastic analysis of underground problems, in the field of mining as well as in constructions, can only provide the instantenaous elastic deformation for a constant applied load, a more realistic approach in which a time factor is introduced is required.

The present analysis is an extension of the author's mathematical studies (5), in which he applied the principles of anisotropic viscoelasticity to rock movements problems. The different rheological representations of rock's behavior are being criticized and a technique has been proposed to assign numerical values for the viscoelastic parameters from the the time deformation data.

RHEOLOGICAL MODELS AND THEIR VALIDITY IN REPRESENTING THE BEHAVIOR OF ROCKS

Numerous investigators have approximated rock behavior by a mechanical model which usually consists of some combination of elastic springs and dashpots. All the results reported deviate to some extent from the experimentally observed behavior. The following is a critical analysis of each model and its validity.

Models used in rock testing or proposed to represent the behavior of rocks usually consist of two linear components :

— Linear elasticity represented by a spring having a constant $E = F/x$, where :
  F is the applied force, and
  X is the displacement

— linear viscosity represented by a dashpot having a coefficient of viscocity :

$$\eta = F/(dx/dt)$$

where :

F is the applied force, and
(dx/dt) is the rate of change of displacement.

CONCLUSIONS

The experience gained from studies made on soil formations in Nasr City lead to the following conclusions :

1. The ordinary mechanical analysis is not by itself sufficient to judge correctly the engineering behavior of the soil.

2. Soil having nearly the same grading curves may have completely different physical properties.

3. Better judgment to classify soils is by studying the plastic properties.

4. The different percentage of both sand and clay fractions within the soil can be better obtained by chemical analysis than mechanical analysis.

5. For soils having the same liquid limits, a linear relationship was obtained between the percentage finer than mesh No. 200 and the plasticity index.

$$P.I. = 0.7(L.L-10) + 0.1(\% \text{ finer than } \# 200)$$

6. Saturation of such soils shows the phenomena of swelling where the greater the initial applied stress, the smaller is the expected swelling.

7. Applying an initial stress on such soils equal to the anti-swelling pressure will cause almost a uniform settlement under all the supporting elements of the building and will escape the trouble of the effect of the water which may percolate under some or all these supports of the buildings. It should be noticed that during construction no seeping water is permitted under foundation before assurance that all loads are acting on the foundation.

8. To find out the antiswelling pressure, four field standard load tests at least must be carried out for different loads. Each load test should be made under a specific constant stress. Settlement and swelling observations should be recorded for both dry and saturated soil conditions

REFERENCES

1.—Rao, N.V. : "Effect of grain size on shrinkage limit and its deviation from normal conception". Proceeding of the 2nd Asian regional conference on soil mech. and foundation Eng., Vol. I, Japan 1963.

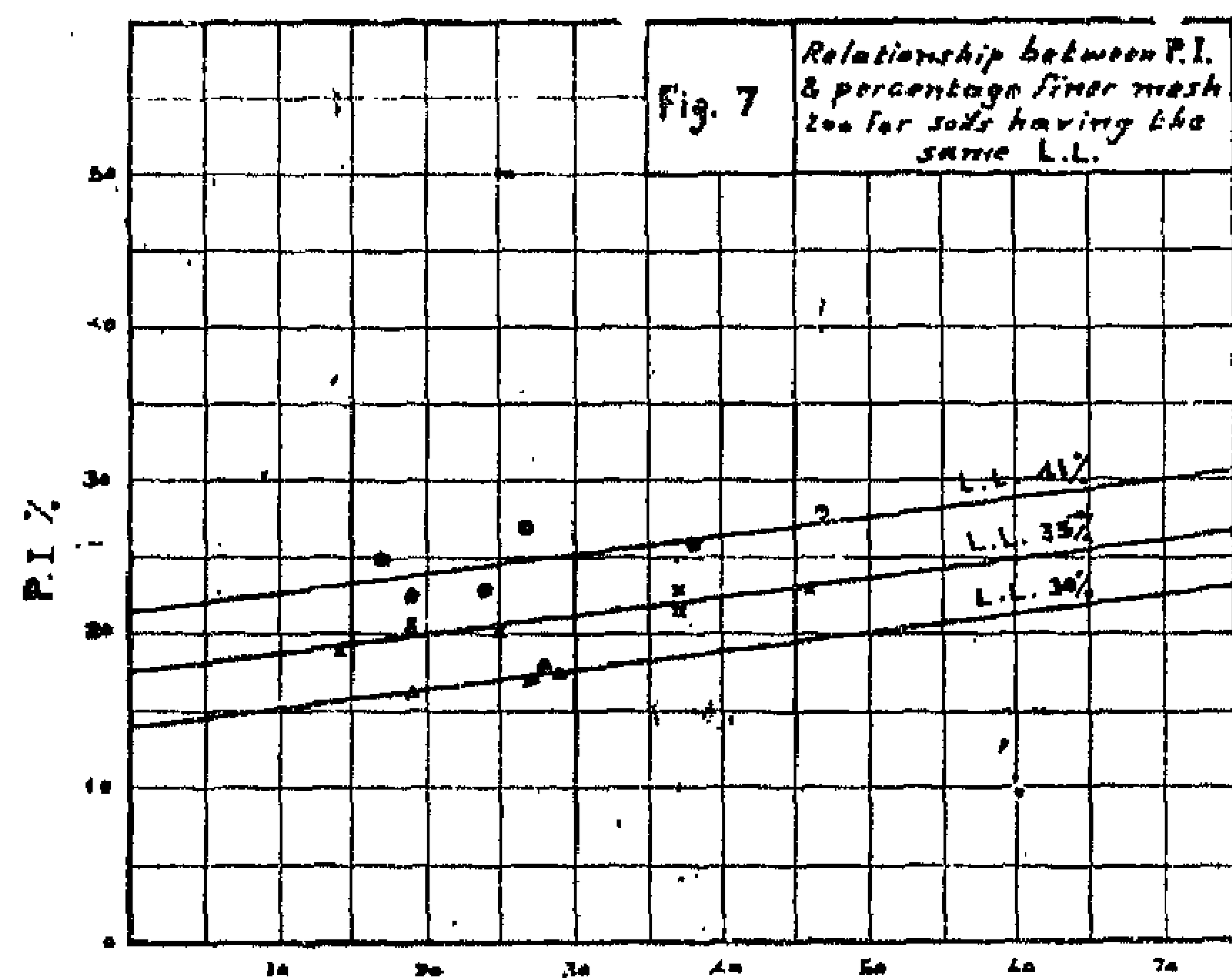
2.—A. Kézdi : "Bodenmechanik" Band I. Verlag für Bauwesen, Berlin 1964.

3.—Brinch Hansen u. Lundgren : "Hauptprobleme der Bodenmechanik" Springer Verlag Berlin 1960.

4.—G. Leonards : "Foundation Engineering" McGraw-Hill Company, Inc. New York.

5.—Ralph E. Grim : "Applied Clay Mineralogy" McGraw-Hill Company, Inc. London 1962.

—OOO—



It was noticed that the ability of soil to swell depends on its ability to absorb water and hold it between its grains, as given in Fig. (5). It can be seen that the quantity of absorbed water is directly proportional to the clay fraction contained in the soil .It should also be mentioned that the meumerical value of the absorbed water depends not only on the clay fraction, but also on the chemical composition of the clay minerals (2).

The water content measured by the Enslin apparatus after twenty four hours W max. for different dried soils is given by Schultze Muhs in Table (4).

For Wmax greater than 150 %, the soil is usually swelling (2). The initial natural water content before applying the load is hence an important paramiter for the behaviour of the soil and indicates whether the soil tends to swell or shrink.

A simple way to recognize the soils which undergo volume change by adding water is that by taking benefit of the Atterberg limits as it is given by the Bureau of Reclamation (4). For susceptible soils, the relation between the liability of volume change and Atterberg limits of such soils are given in Table (5).

Table (4)

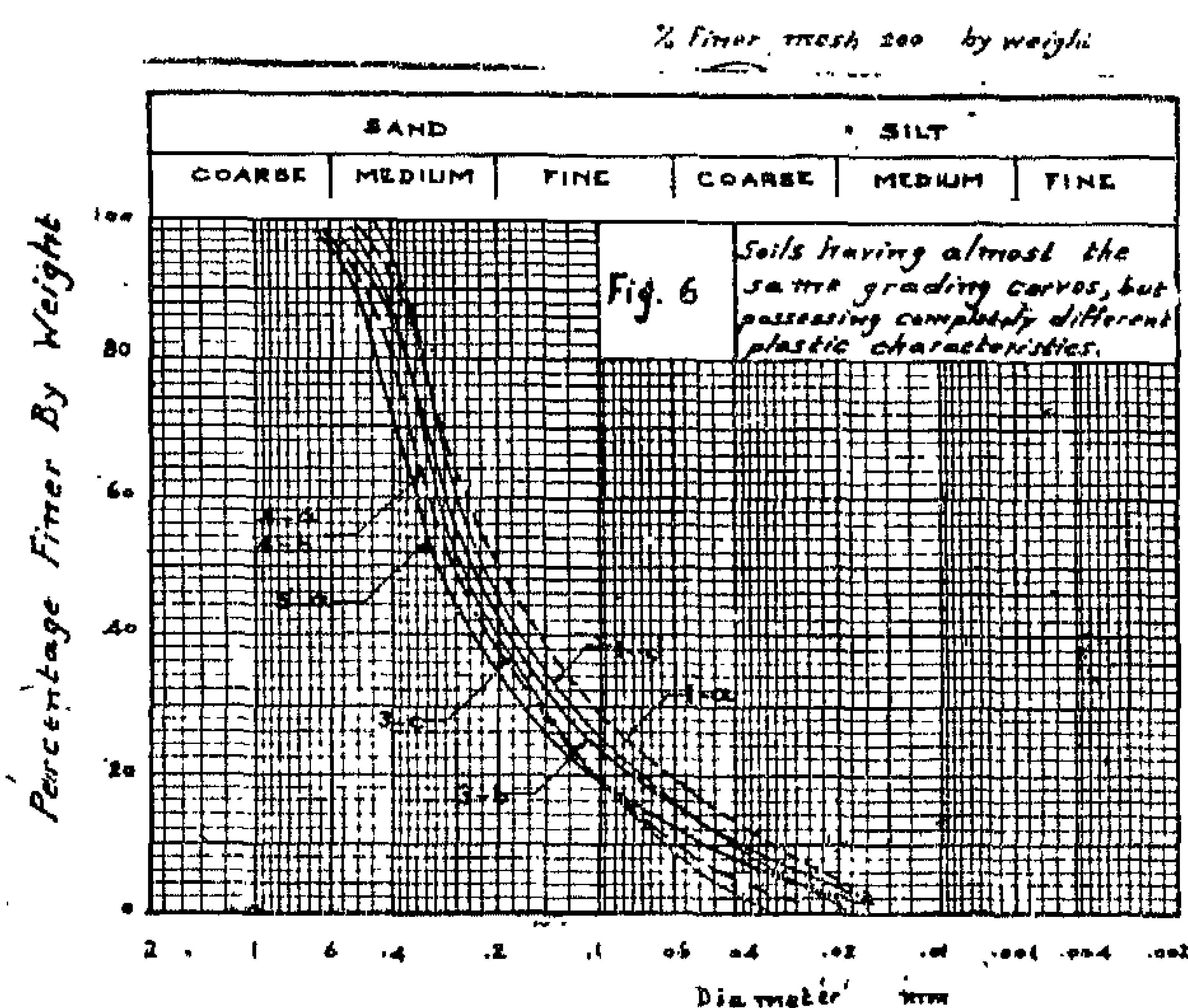
Type of Soil	Wmax. %
Quartz Powder	30
Cohesive soils and silt	50 — 100
Clay	60 — 150
Caolin	70 — 100
Ca — Bentonite	300
Na — Bentonite	700
Humus (decomposed organic matter in the soil)	500

Table (5)

Volume changes with changes in moiture	Plasticity Index %		Shrinkage Limits %
	Arid regions	Humid regions	
Little	0 — 15	0 — 20	12
Little to Moderate	15 — 30	30 — 50	10 — 12
Moderate to severe	30 or more	50 or more	10

rule for a rapid judgment to classify soils according to the plasticity index (2).

The plastic properties of all soil samples are shown on the plasticity chart Fig. (4). From such figure the following findings are obtained :



(a) Soils gathered within a narrow zone parallel to the A-line prove to be from the same origin.

(b) The position of such a line leads to interesting conclusions concerning the behaviour of the soil as it is summarised in Table (3), (2).

Table (2)

Soil Classification	Plasticity Index %
Fine sand and sand powder	7
Silt	7 — 15
Clays..	15 — 25

Table (3)

Soil Characteristics	The same L.L. and increasing P.L.	The same P.L. increasing L.L.
Compressibility	almost the same	increases
Permeability	decreases	increases
Volume change	decreases	—
Toughness near P.L.	increases	decreases
Ltrength in the dry State	increases	decreases

The effect of the amount of grains finer than D=0,074 mm on the plasticity characteristics of the soil is represented in Fig. (7). From this figure it can be concluded that :

(a) The soils having the same liquid limit lie on a straight line.

(b) The inclination of such lines showsthat the plasticity index increases with the increase of the percentage finer than D=0.074 mm.

(c) For equal variations in liquid limit values it was noticed to have parallel lines at equal distances.

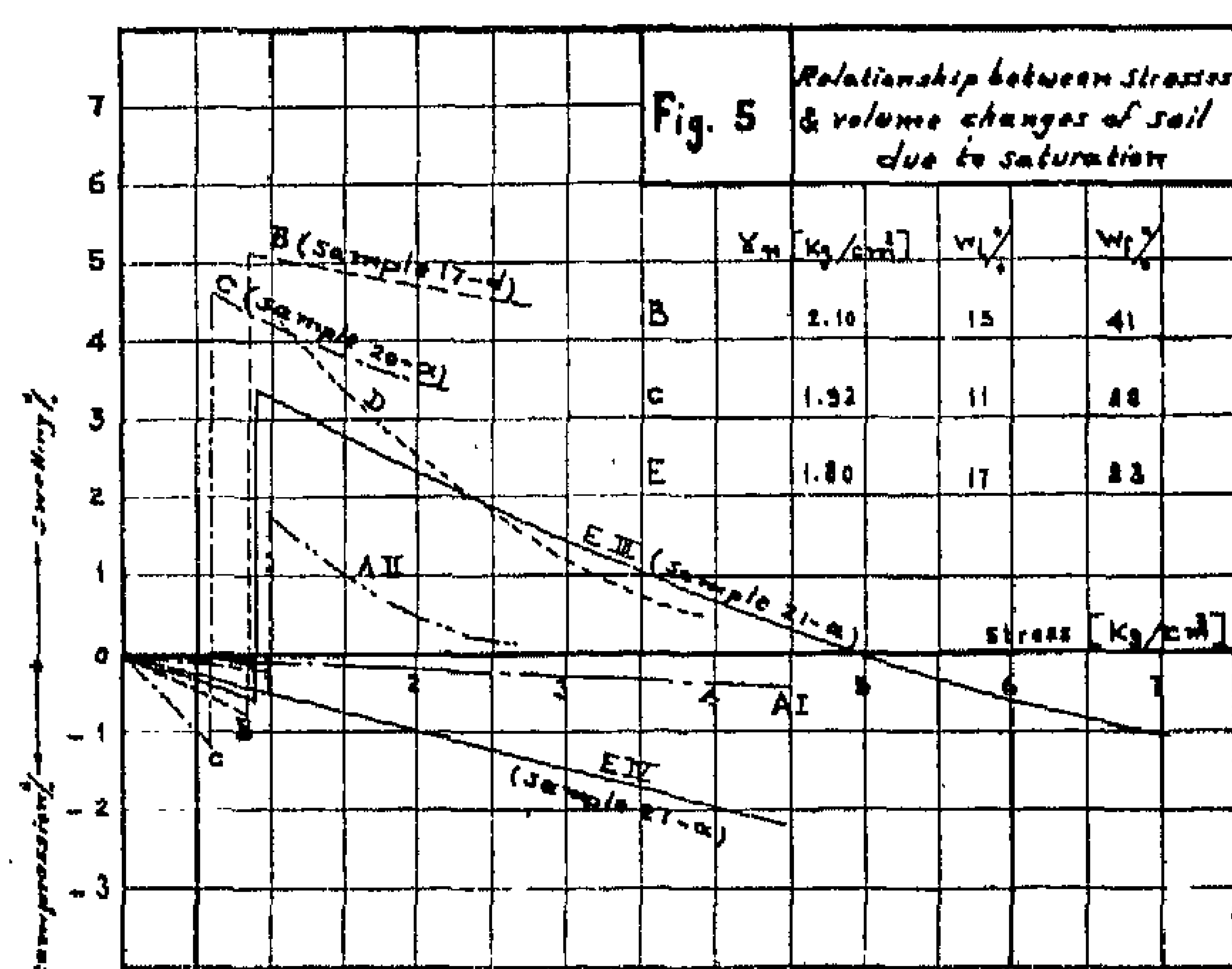
(d) The activity of the soil is in a way in relationship to liquid limit and it can be given by the following equation.

$$P.I = 0.7(L.L-10) + 0.1\%(\text{finer than} \# 200)$$

The chemical analysis shows that the soil is mainly clay and sand, where as the mechanical analysis shows that the soil is mainly sand mixed with silt and clay where the percentage passing sieve No. 200 (silt and clay) is in general 40% of the clayey materials determined by the chemical analysis.

d) **Swelling Tests**

Swelling tests were carried out on cemented soil samples to study the effect of saturation under different loads. The samples in their natural water content were loaded under initial stress varying between 0.6 Kg/cm2. and 0.9 Kg/cm2. Under these stresses, the samples gave a settlement between 0.6% and 1.2%. Adding water to saturation, the samples swelled between 2% and 6.1%. As the applying stress was increased the swelling strain decreased. The results of such tests are shown in Fig. (5).



From the figure it can be seen that the rate of decrease of swelling with the increase of the load was found to be different for the different samples. This could be seen from the fact that the sress strain curves of the different samples are not exactly parallel to each other.

The stress-strain diagrams A I and A II are for the same soil A. A I is for the case that no water is added to the soil during the test. A settlement of 0.4% is recorded under a stress of 4 Kg/cm2 which indicates that the soil in the dry state is relatively incompressible. Curve A II shows that the soil gained a total swelling of 2% as the water was added to the sample under a stress of 1 Kg/cm2.

Soils B, C, D and E showed more swelling under almost the same conditions.

Diagrams E III and E IV are for the same soil E (21-a, see table 1) where the initial stress in E III was 0.9 Kg/cm2 and the corresponding swelling was found to be 3.9% due to saturation. A zero swelling was obtained when increasing the load increment to 4.8 Kg/cm2. The same soil was tested under an initial stress of 4.5 Kg/cm2 where a settlement of 2.2% was recorded in the dry state (natural water content). When the water was added no effect on the strain could be recorded, E IV. The initial high-stress of 4.5 Kg/cm2 gave a relatively big settlement which took place directly after applying this stress and remained unchanged by adding water to the sample. At the end of the tests, the water content of each sample was measured Wf

ANALYSIS OF SOIL PROPERTIES

It has been noticed that soils having the same grading curves can posses different physical properties as shown in both Fig. (6) and Table (1). In Fig. (6) six grading curves for six different soil samples are shown. The liquid and plastic limits of the soils with almost the same grading curves were found to be completely different.

Since these limits are important, as far as the behaviour of the soils under loading is concerned, then the judgment on such soils should not be made by the help of grading curves only, but the liquid and the plastic limits as well as the plasticity index will lead to better judgment for soil classification. Table (2) gives a simple

SOIL PROPERTIES

Different laboratory tests were carried out on representative soil samples. Such tests include mainly mechanical analysis, Attergber limits, chemical nalaysis and the effect of seeping water on the behaviour of the different cemented soils. The following are the main results for the different tests.

a) Mechanical Analysis

Visual soil appearance gave the impression that the soils were mainly sand. However the usual mechanical analysis of soils showed the existance of a considerable percentage of both silt and clay particles.

Grain size distributions were found for representative fifty one samples taken from twenty one selected borings as shown in table (1).

The mechanical analysis were carried out in the usual way and without adding any deflocculating agent. Fig. (3) shows the upper and lower envelopes of the grading curves for the representative soil samples. It was found that the percentage of particles finer than sieve No. 200 varied between 52% and 12%.

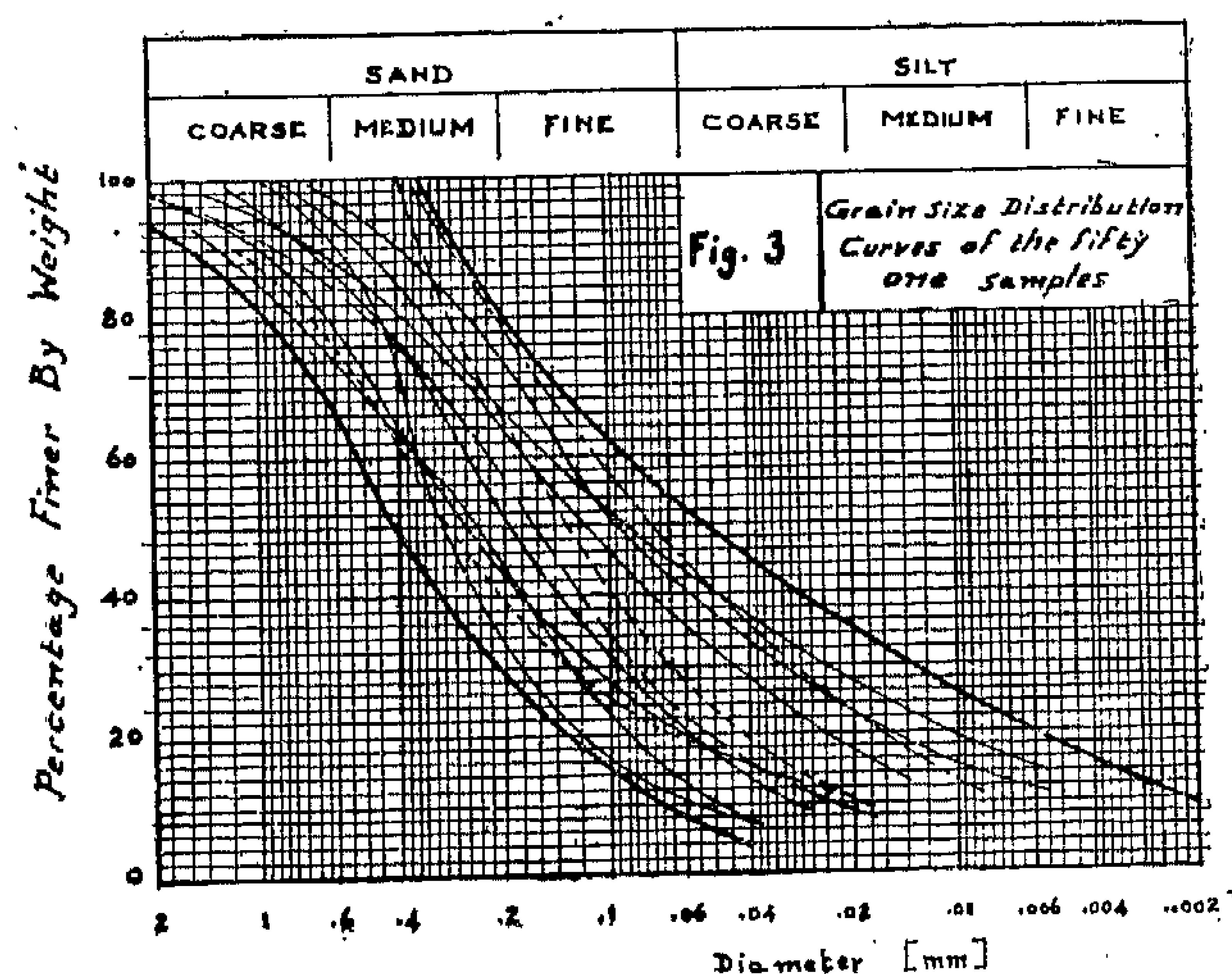
b) Atterberg Limits

Liquid and plastic limits could be obtained for most of the soil samples inspite of the apparent relatively high percentage of sand in it. This fact may indicate that some fine clay particles were highly cemented to the coarse grains that it could not be separated by the usual way of grinding. However, the presence of 5% to 10% montmorillonite may cause a substantial increase in the liquid limit(5). Results of Atterberg limits showed that the soil samples had the characteristics of clay of medium to low plasticacity. The results are shown on the plasticity schart Fig. (4).

c) Chemical Analysis

Tests for chemical analysis were carried out on different soil samples. The main chemical composition is as below :

Ferrous oxide	4.41 %
Calcium oxide	1.49 %
Magnesium oxide	1.33 %
Carbon Oxide	4.15 %
Pure sand	38.90 %
Clayey matcrials	50.28 %
Total	100.56 %



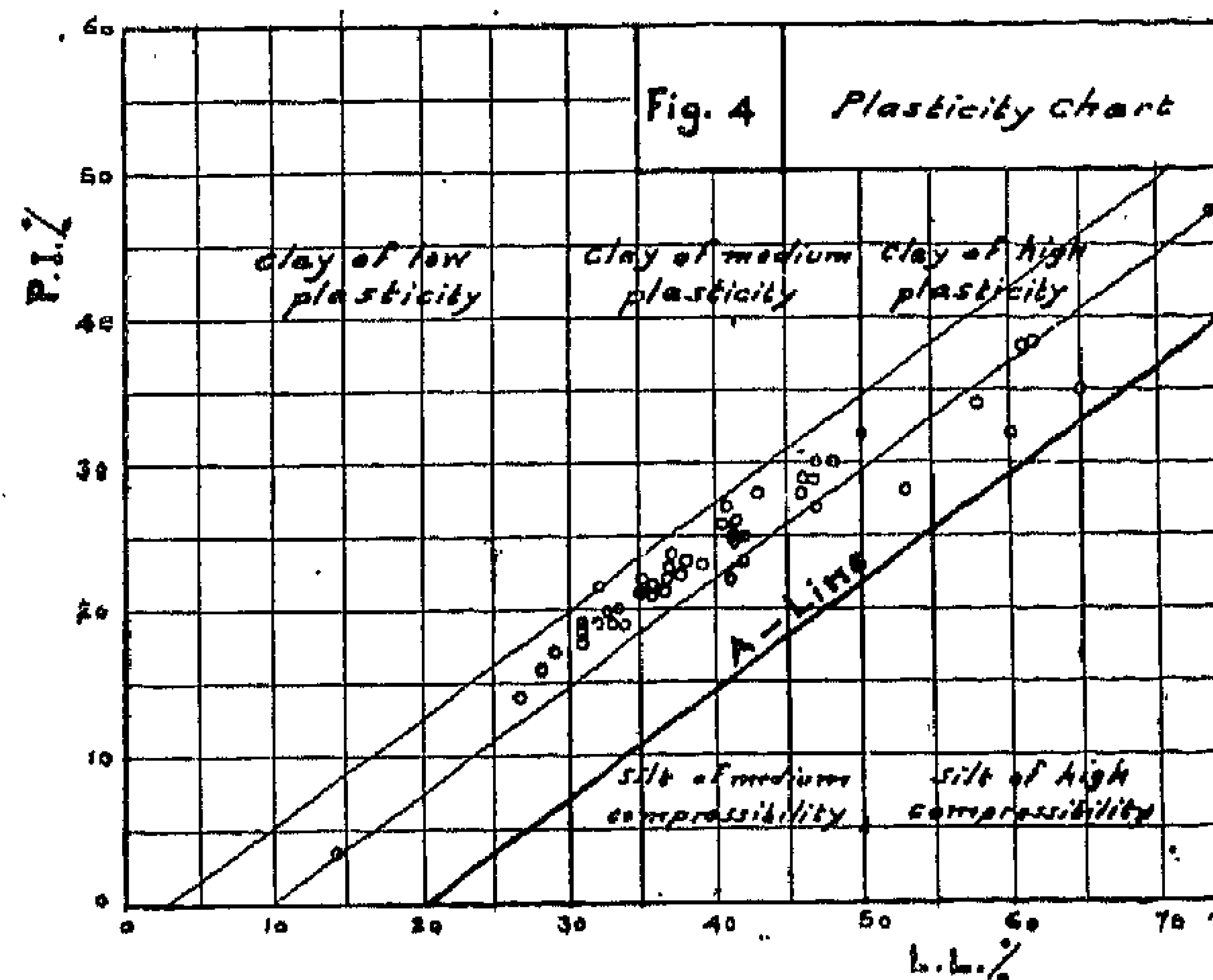


Table (1) *(Ccnt'd)*

Boring No.	Sample No.	Depth in ms.	Wi%	L.L.%	P.L.%	P.I.%	% finer mesh 200 200
11	11 — a 11 — b 11 — c	3.5 6.5 7.5	6 5 5	39 32 33	16 10 13	23 22 20	52 32 28
12	12 — a 12 — b	2.0 3.5	7 4	43 38	15 15	28 23	47 44
13	13 — a	3.0	6	41	16	25	50
14	14 — a	2.5	5	37	14	23	41
15	15 — a 15 — b 15 — c	10.0 10.5 11.0	6 8 4	38 36 41	15 15 15	23 21 26	37 37 38
16	16 — a	5.5	4	—	—	—	26
17	17 — a 17 — b 17 — c 17 — d	3.5 9.0 9.5 12.5	10 16 16 15	46 — — 46	18 — — 17	28 — — 29	40 37 29 34
18	18 — a	1.0	3	31 (61)	13 (23)	18 (38)	28
19	19 — a	2.0	3	31 (61)	13 (23)	18 (38)	28
20	20 — a	1.0	11	58 (109)	24 (31)	34 (78)	23
21	21 — a	2.0	17	48	19	29	18

Note : The values written between brackets are for the soil part passing mesh No. 200.

Table (1)

Boring No.	Sample No.	Depth. in ms.	Wi%	L.L %	P.L. %	P.I. %	% finer mesh 200
1	1 — a	7.5	14	74	27	47	22
	1 — b	9.5	18	65	30	35	44
	1 — c	12.5	11	53	25	28	19
	1 — d	16.0	11	47	20	27	19
2	2 — a	3.0	9	48	18	30	16
	2 — b	4.5	8	50	18	32	33
	2 — c	5.0	10	—	—	—	24
	2 — d	6.5	14	60	28	32	24
3	3 — a	3.0	7	42	19	23	24
	3 — b	8.0	10	41	19	22	19
	3 — c	13.5	6	35	13	22	14
4	4 — a	3.5	9	42	17	25	17
	4 — b	5.0	10	47	17	30	17
5	5 — a	8.0	5	37	14	23	14
	5 — b	9.5	8	41	14	27	27
6	6 — a	1.5	3	28	12	16	19
	6 — b	2.0	2	14	11	3	19
	6 — c	3.0	3	36	15	21	19
	6 — d	4.0	3	—	—	—	14
	6 — e	5.5	6	34	15	19	14
7	7 — a	1.5	5	—	—	—	—
	7 — b	3.0	4	—	—	—	—
8	8 — a	4.0	4	33	14	19	23
	8 — b	4.5	3	32	13	19	28
	8 — c	8.0	4	29	12	17	28
9	9 — a	2.5	3	—	—	—	20
	9 — b	6.0	6	32	13	19	35
	9 — c	7.0	8	27	13	14	34
	9 — d	9.5	7	—	—	—	27
10	10 — a	3.0	6	—	—	—	24
	10 — b	5.0	4	34	13	21	25
	10 — c	8.0	6	35	13	22	46

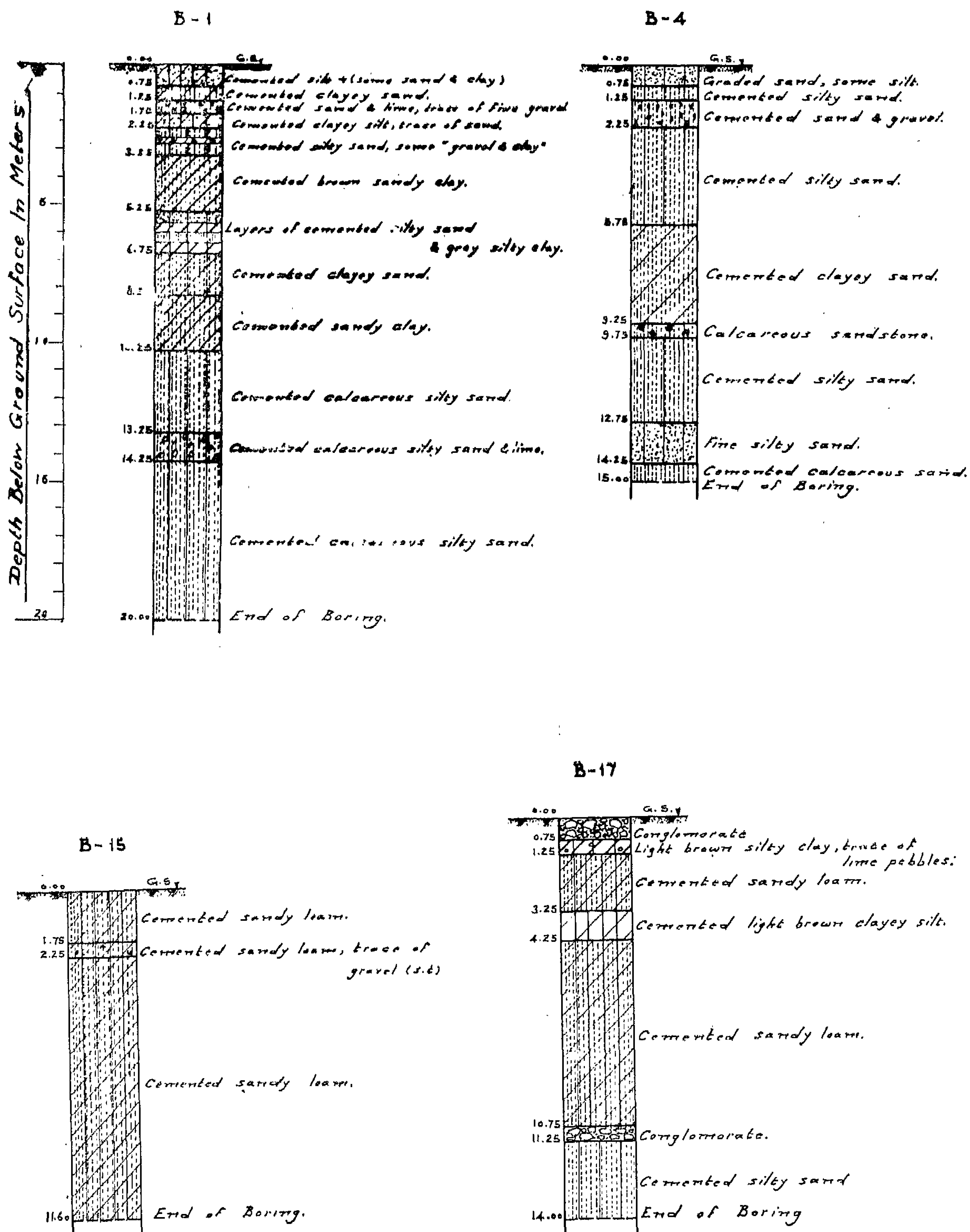


Fig. (2) Typical Boring Sections At Nasr City.

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF TORRENTIAL DEPOSITS IN ARID AREAS NEAR CAIRO

By

Dr. ALY A. SABRI, & **Dr. ABDEL-FATTAH ABOULEID,**

Associate Professor,
Faculty of Engineering,
Cairo University.

Lecturer,
Faculty of Engineering,
Cairo University.

INTRODUCTION

There is a rapid growth of construction of factories and buildings in the desert areas bordering Cairo. Therefore extensive soil investigations should be made in order to study the different characteristics of such soils in these areas. The engineers in the U.A.R. are familiar with Nile valley soil formations but little experience has so far been gained in soil conditions in the arid areas.

The misinterpretation of actual soil behaviour, in such areas, has lead in many cases to cracks in buildings founded on soils usually judged as sands by visual inspection or mechanical analysis tests.

In this paper a study of soil conditions in Nasr City has lead to a more rational understanding of such soils.

SOIL INVESTIGATION

In an arid area east Cairo, in Nasr City, Fig. (1), a site of nearly 325.000 square meters was surveyed concerning soil formation. For this purpose fifty one borings (open pits) were made to different depths varying between 10 ms. and 20 ms. and soil samples were taken every half meter for laboratory tests. Four typical boring sections are shown in Fig. (2).

In general the boring results showed the following :

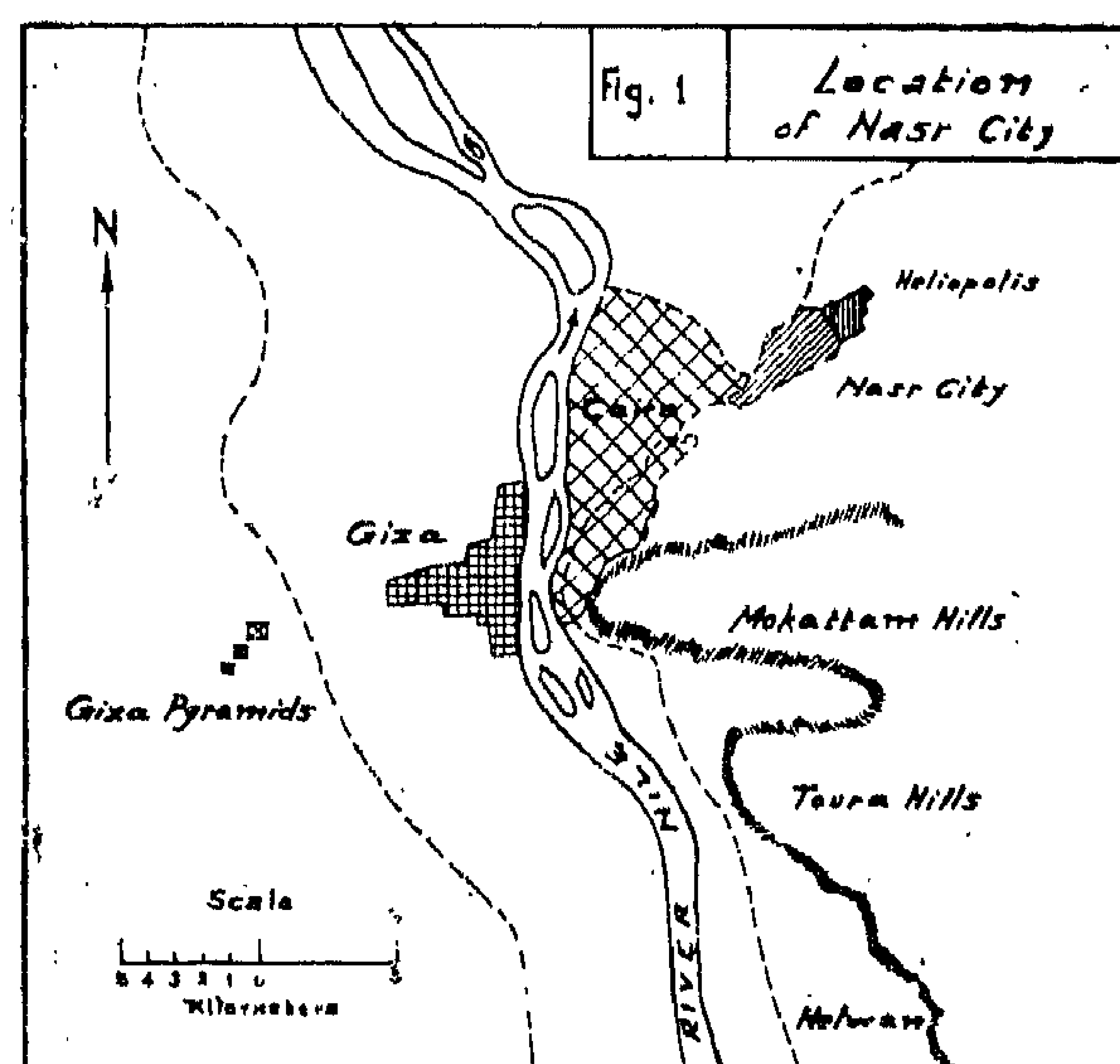
1) The soil is cemented, that it could be excavated vertically without any need for side supports till depths up to twenty meters.

2) The soil is mainly calcareous.

3) The strength of cementation varies widely for the different soil samples.

4) The subsoil water was not reached in any of the fifty one borings.

5) As the water comes in contact with soil, while being tested in the laboratory, it is found that some soil samples soften in few minutes, other soils after some hours, the third sort of soils do not soften by water at all or soften after many days.



INFORMATION

- The editors welcome for puplication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretarial at the address of the Egineering Society at Cairo.

... ... SUBSCRIPTIONS ... ...

All members of the Engineering Society at Cairoare ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T.60 per annum.

Subscription for others P.T.200 per annum.

... ... HEAD OFFICE ... ...

Egyptian Society of Engineers,
28. Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106

ADVERTISEMENTS

Sole agents for advertisements to be inserted inserted in this-periodical:

Moassasset Misr for Prrinting and Publication,
19, Str., Souk El Tawfikieh, Cairo.
Tel, 72192

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.
QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS
ISSUED BY

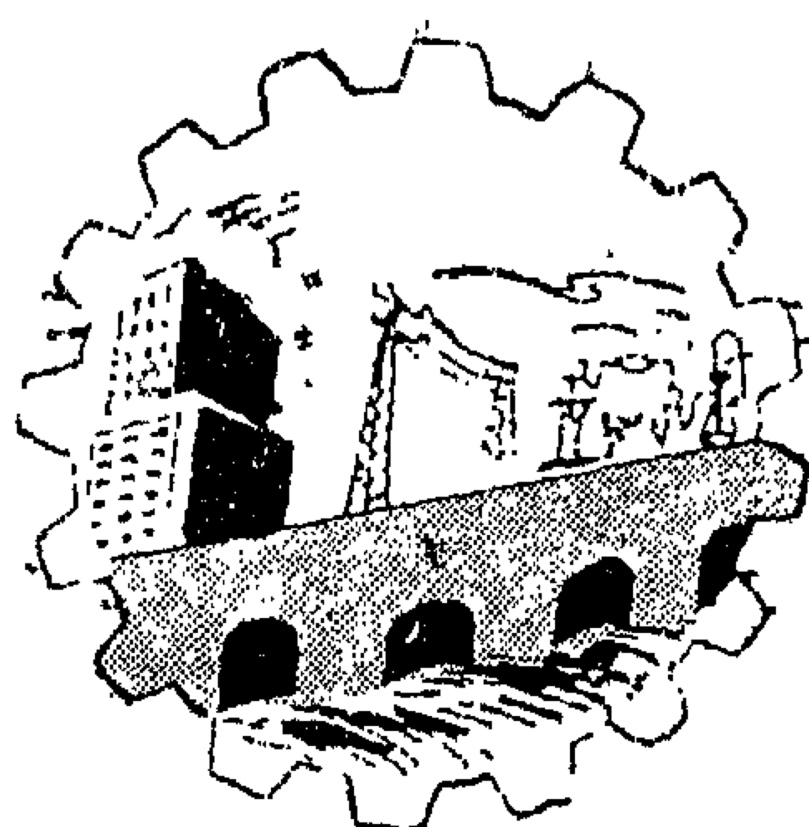
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS — U.A.R., CAIRO

Vol. IV — No. 4 — Oct. - Nov. - Dec. 1966

CONTENTS

ENGLISH SECTION

ARAPIC SECTION



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U. A. R.

Oct. - Nov. - Dec. - 1966
VOL. IV
No. 4

